

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

Herr Ing.

**Otto Philip Emmerstorfer**

**Energieeffizienz moderner  
Heizungsanlagen und deren  
Wirtschaftlichkeit**

Mittweida, 2016

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

## **Energieeffizienz moderner Heizungsanlagen und deren Wirtschaftlichkeit**

Autor:

**Herr Ing. Otto Philip Emmerstorfer**

Studiengang:

**Wirtschaftsingenieurwesen (Dipl.-  
Wirtschaftsing.(FH))**

Seminargruppe:

**KW10wWA-F**

Erstprüfer:

**Prof. Dr. Dr. h. c. Hartmut Lindner**

Zweitprüfer:

**Prof. Dr. rer. oec. Johannes Stelling**

Einreichung:

**Vorderberg, Jänner 2016**

## **Bibliografische Beschreibung:**

Ing. Emmerstorfer, Otto Philip:

Energieeffizienz moderner Heizungsanlagen und deren Wirtschaftlichkeit. -  
2016. - 101 S., 83 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, (FH), Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen,  
Diplomarbeit, 2014

## **Referat:**

Ziel dieser Arbeit ist es, die Vorteilhaftigkeit einer modernen Heizungsanlage zu veranschaulichen. Beginnend bei der Erklärung der verschiedenen Heizungsanlagen soll gezeigt werden, dass sich auch hohe Anschaffungskosten auf Grund der hier hohen Energieeffizienz rasch amortisieren. Basierend auf den hier errechneten Werte und anhand der vorherrschenden Gegebenheiten kann somit eine optimale Wahl der Heizungsanlage getroffen werden.

## Inhaltsverzeichnis

I. Bibliographische Beschreibung.....	III
II. Referat.....	III
III. Inhaltsverzeichnis.....	IV
IV. Abbildungsverzeichnis.....	VIII
V. Danksagung.....	X
VI. Abkürzungsverzeichnis.....	XI
1. Einleitung .....	13
1.1. Motivation.....	13
1.2. Zielsetzung.....	14
1.3. Substrate und Gliederung .....	14
2. Methoden, Verfahren und Instrumente um Kosten bei Unternehmen zu senken .....	15
2.1. Definition Energie.....	15
2.1.1 Globale Emissionen .....	16
2.1.2 Energie als essentieller Faktor für die Produktion.....	18
2.1.3 Der Wirkungsgrad .....	19
2.2. Die Auswirkungen der Energiewende im 21. Jahrhundert .....	20
2.3. Die Betrachtung der Energiewende.....	23
2.3.1 Die Betrachtung des Marktversagens.....	23
2.3.2 Die technischen Herausforderungen .....	24
2.3.3 Die wirtschaftliche Herausforderung .....	25
2.3.4 Die politische Herausforderung .....	26
2.4. Der Klimaschutz im Zusammenhang mit Wirtschaftlichkeit.....	28

2.4.1 Ökoeffizienz .....	29
2.5. Durch Energieeffizienz zur Gewinnsteigerung.....	30
2.6. Ökologie und Ökonomie bei Investitionsentscheidungen.....	32
3. Das neue Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG) .....	34
3.1. Begriffsbestimmung .....	35
3.2. Entstehung bzw. Ziele und Richtwerte des EEffG .....	38
3.3. Energiemanagement bei Unternehmen.....	38
3.3.1 Verpflichtungen .....	39
4. Einsparungspotentiale.....	40
4.1. Einsparungspotentiale bei Unternehmen.....	40
4.1.1 Umweltfreundliche sowie verlustfreie Wärmebereitstellung .....	41
4.1.2 Abgasverlust .....	42
4.1.3 Umwälzpumpen.....	43
4.1.4 Alternativer Brennstoff .....	44
4.1.5 Warmwasseraufbereitung.....	46
4.1.6 Wärmerückgewinnung.....	46
4.2. Effizienterer Stromeinsatz in Unternehmen .....	47
4.3. Bedarfsgerechter Einsatz von Leuchtmitteln .....	47
4.4. Effiziente Druckluftherzeugung.....	50
5. Energieeffizienz an Hand des Kostenvergleichs zwischen Pellets-, Öl- und Wärmepumpenanlagen.....	54
5.1 Die Pelletheizung.....	54

5.1.1 Vor- und Nachteile einer Pelletheizung.....	54
5.1.2 Details zum Brennstoff Pellets.....	56
5.1.3 Die Herstellung von Pellets.....	57
5.1.4 Aufbau eines Pelletkessels.....	60
5.1.5 Bauliche Maßnahmen.....	64
5.1.6 Der Betrieb einer Pelletheizung .....	66
5.1.7 Das Heizen mit dem Brennstoff Pellet .....	67
5.1.8 Die Wartung einer Pelletanlage .....	70
6 Die Erdwärmepumpe.....	71
6.1 Allgemeines zur Erdwärmepumpe .....	71
6.1.1 Vor und Nachteile einer Wärmepumpe.....	71
6.1.2 Funktionsweise einer Wärmepumpe.....	72
6.1.3 Bauliche Maßnahmen bei Wärmepumpen.....	73
6.1.4 Das Erdreich als Einflussgröße .....	75
6.1.5 Faktoren für die Wirtschaftlichkeit.....	76
6.1.6 Anfallende Kosten von Wärmepumpen .....	77
7 Die Ölheizung.....	78
7.1 Moderne Öl- Brennwertkessel.....	78
7.1.1 Vor und Nachteile eines Ölkessels .....	79
7.1.2 Funktion eines Ölkessels.....	80
7.1.3 Bauliche Maßnahmen.....	82
7.1.4 Betrieb und Kosten der Ölheizung .....	83

8 Kostenvergleichsrechnungen .....	84
8.1 Gewinnvergleich .....	87
8.2 Rentabilitätsvergleich .....	88
8.3 Amortisationszeitvergleich .....	89
8.3.1 Amortisationszeitvergleich dynamisch .....	90
8.4 Prognostizierter Energiepreisverlauf .....	91
8.5 Schlussbetrachtung der Berechnung .....	94
9 Zusammenfassung .....	95
10 Literaturverzeichnis .....	96
Selbstständigkeitserklärung .....	100

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Emissionsbeschränkungen lt. EU Angaben ohne Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft.....	18
Abbildung2: Wirkungsgrad einer Glühbirne.....	20
Abbildung 3 Begriffsbestimmung00.....	22
Abbildung4: zu erwartender Verlauf der Kosten pro Energieeinheit bei konventionellen bzw. neuen Energiesystemen.....	26
Abbildung5: Wirksamkeit politischer Maßnahmen zur Erreichung der Konkurrenzfähigkeit neuer Energiesysteme.....	27
Abbildung6: Lebenszykluskostenprofil.....	33
Abbildung 7 Grenzwerte für Abgasverlust bei Heizungen.....	43
Abbildung8: Energieverbrauch bei Umwälzpumpen.....	44
Abbildung9: Scheitholz.....	45
Abbildung10: Hackschnitzel.....	46
Abbildung 11 Pellets.....	46
Abbildung 12: Lichtstromvergleich, lm=Lumen, Quelle: Osram.....	49
Abbildung 13: Leuchtstoffröhre mit Nachrüstsystem.....	50
Abbildung 14: Vergleich Energiesparlampe – Glühlampe.....	51
Abbildung 15: Energiefluss in einer Druckluftanlage.....	52
Abbildung 16: leakagebedingte Kosten einer undichten Druckluftanlage.....	54
Abbildung 17: Aufbau einer Holzpelletheizung.....	56
Abbildung 18 : Normenvergleich.....	58
Abbildung 19 Die Herstellung von Holzpellets.....	60
Abbildung 20: Aufbau eines Pelletkessels.....	61
Abbildung 21: Lagerraum mit Schneckenförderung.....	64
Abbildung 22: Pneumatisches Pelletfördersystem.....	65
Abbildung 23: Darstellung Brennwert.....	68
Abbildung 24: Darstellung Heizwert.....	68
Abbildung 25: Wirkungsgrad verschiedener Feuerungsanlagen.....	70
Abbildung 26: Darstellung Wartungsintervalle.....	71
Abbildung 27: Funktionsweise Wärmepumpe.....	73
Abbildung 28: Erdwärmekorb.....	75
Abbildung 29: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Gesteinsarten.....	76
Abbildung 30: Jahresarbeitszahl.....	77
Abbildung 31: Kesselvergleich.....	79



Abbildung 32: Funktionsschema einer Vollbrennwertheizung.....	81
Abbildung 33: Ölbrenner im Viertelschnitt.....	82
Abbildung 34: Angabe Berechnung.....	85
Abbildung 35: Angabe 2 Berechnung.....	85
Abbildung 36: Kostenvergleich.....	86
Abbildung 37: Kostengegenüberstellung.....	86
Abbildung 38: Gesamtkostenentwicklung.....	87
Abbildung 39: Gesamtkostenentwicklung Diagramm.....	87
Abbildung 40: Gewinnvergleich.....	88
Abbildung 41: Gewinnvergleich Diagramm.....	88
Abbildung 42: Rentabilitätsvergleich.....	89
Abbildung 43: Rentabilitätsvergleich Diagramm.....	89
Abbildung 44: Amortisationsvergleich.....	90
Abbildung 45: Amortisationsvergleich Diagramm.....	90
Abbildung 46: Amortisationsvergleich dynamisch.....	91
Abbildung 47: Prognostizierter Energiepreisverlauf Pellet.....	92
Abbildung 48: Prognostizierter Energiepreisverlauf Wärmepumpe.....	93
Abbildung 49: Prognostizierter Energiepreisverlauf Ölheizung.....	94

# Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
bzw.	beziehungsweise
DIN	Deutsches Institut für Normung
KMU	kleine und mittlere Betriebe
usw.	und so weiter
vgl.	Vergleiche
z.B.	zum Beispiel
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CH <sub>4</sub>	Methan
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
°C	Grad Celsius
kW	Kilo- Watt
h	Stunde
g	Gramm
kg	Kilo- Gramm
kJ	Kilo- Joule
DA	Durchmesser
cm	Zentimeter
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
COP- Wert	Coeffizient of Performance
€	Euro
§, §§	Paragraph
Art	Artikel
Z	Ziffer
ca.	Cirka
idF.v	in der Fassung von
Abb.	Abbildung
BGBL	Bundesgesetzblatt
EEffG	das neue Bundes- Energieeffizienzgesetz
%	Prozent
PJ	Petajoule
EU	Europäische Union
S	Seite
l	Liter

# Danksagung

Hiermit möchte Ich mich bei meinem geschätzten Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Lindner für seine inhaltliche und fachliche Unterstützung dieser Arbeit bedanken.

Des weiteren möchte ich mich beim Studien- und Technologietransferzentrum Weiz für die Ermöglichung eines berufsbegleitenden Studiums, sowie für die Unterstützung in allen Belangen des Studium bedanken.

Ein großes Dankeschön geht auch an meinen Chef Gernot Bilweis, der mir immer die Möglichkeit gegeben hat an Vorlesungen und Prüfungen teilzunehmen.

Und natürlich möchte ich mich bei meiner Familie und meiner Freundin für Ihre Geduld, für Ihre stets aufbauenden Worte und für die Motivation als auch die Unterstützung in allen Lebenslagen bedanken. Euch ist diese Arbeit gewidmet.

Danke!

# 1. Einleitung

## 1.1. Motivation

Durch die Internationalisierung der Märkte stehen die heutigen Unternehmen unter einem ständig wachsenden Druck. Die neuen Technologien sind notwendig, um den verkürzten Produktions- und Lebenszyklen gerecht zu werden. Hinsichtlich der Tatsache, dass die zur Verfügung stehende Energie immer knapper wird, ist es an der Zeit zu handeln. Nur der effiziente Umgang mit Energie trägt zur Sicherung der Energieversorgung bei. Die Annahme, dass Energiesparen und Energieeffizienz das gleiche seien, ist jedoch nicht korrekt, da Energiesparen den sparsamen Verbrauch von Energie beschreibt, hingegen drückt der Begriff Energieeffizienz die optimale Nutzung der verfügbaren Energie aus. Eine Energieeinsparung bezeichnet das Ziel, zukünftig den Energieverbrauch zu verringern. Bei der Energieeffizienz werden die Maßnahmen beschrieben die zu einem geringeren Energieverbrauch führen. Der Trend zu immer leistungsfähigeren Geräten in Unternehmen und im privaten Bereich ist nach wie vor am Vormarsch. Positiv in diesem Zusammenhang ist allerdings, dass die heutigen Technologien immer effizienter in ihrem Elektrizitäts- bzw. Energieverbrauch werden. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten womit man durch eine Reduktion von unzweckmäßigen Vorgängen die Effizienz erhöht. Aus diesem Grund werden in Zukunft die Bereiche der Energieeffizienz in Unternehmen und im privaten Bereich immer essentieller. Aus EU- Sicht betrachtet ist Österreich eines der Energiesparmusterländer. Um die Richtlinie Energieeffizienz in Österreich ausreichend umzusetzen, haben die Bereiche Verkehr und Raumwärme ihren Teil beizutragen. Durch die Vorbildwirkung der öffentlichen Hand und durch gezielte Förderungen, sollen Unternehmen und private Haushalte zum Mitwirken motiviert werden. Die Bewusstseinsbildung für das Thema Energieeffizienz spielt hier eine besonders große Rolle. Hierbei geht es um die Beratung der Industriebereiche sowie der Endkunden. Da ist es auch nicht von der Hand zu weisen, dass das Thema Energieeffizienz eng mit der Technologieentwicklung im Zusammenhang steht. Durch die steigende Energieeffizienz wird Energie eingespart, ohne auf den Komfort verzichten zu müssen.

## 1.2. Zielsetzung

In den vergangenen Jahren wurden grundverschiedene Ansätze zum Thema Energieeffizienz entworfen und veröffentlicht. Diese gehen auf verschiedene Aspekte ein. Im Rahmen dieser Diplomarbeit möchte ich einige Ansätze aufgreifen und analysieren, ebenfalls möchte ich den Begriff Energieeffizienz näher erläutern und einige Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung darstellen. Infolgedessen möchte ich speziell auf einige Heizungsanlagen eingehen und anhand von Berechnungsbeispielen einen Kostenvergleich erstellen.

Zum Abschluss dieser Arbeit wird der Kostenvergleich anhand von prognostizierten Werten dargestellt.

## 1.3. Substrate und Gliederung

Die anschließenden Ausführungen sollen die Grundlage der Diplomarbeit bilden. Vorrangig wird die wissenschaftliche Vorgehensweise betrachtet. Auf Grundlage breiter Literaturanalysen werden im ersten Teil die Auswirkungen der Energiewende analysiert. In Folge dessen werden im zweiten Schritt Methoden und Verfahren aus den ausgewählten Themenbereichen beschrieben um Energie effizient zu nutzen. Der Aufbau dieser Arbeit orientiert sich in erster Linie an den Verfahren, Techniken und Strategien, die eine Energieeffizienzsteigerung zur Folge haben.

## 2. Methoden, Verfahren und Instrumente um Kosten bei Unternehmen zu senken

### 2.1. Definition Energie

Der Begriff Energie wurde das erste Mal von Lord Kelvin etwa im Jahre 1850 verwendet. Zu diesem genannten Zeitpunkt wurde die potentielle Energie als „Fallkraft“ und die kinetische Energie als „lebendige Kraft“ beschrieben. Um eine klare Unterscheidung von der newtonschen Kraft zu gewährleisten, machte Kelvin den Vorschlag zur Begriffseinführung „Energie“. Unter dem klassischen Energiebegriff versteht man die Möglichkeit eines Systems Arbeit abzuführen.<sup>1</sup>

Man unterscheidet verschiedene Energieformen:

- elektrische Energie
- mechanische Energie
- chemische Energie
- Wärmeenergie

Der Energiesatz wurde Mitte des 19. Jahrhunderts genau formuliert. Der erste Thermodynamik „Energieerhaltungssatz“ sagt, dass Energie nicht verloren oder neu erzeugt werden kann. Energie kann somit nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt werden. Als Nebenprodukt jeder Energieumwandlung wird Wärme erzeugt. Demzufolge hat Wärme einen besonderen Stellenwert unter den Energieformen. Der zweite Thermodynamik „Energieerhaltungssatz“ beschäftigt sich mit der Entropie (Unordnung), des Weiteren führt er die Definition der thermodynamischen Temperatur ein. Dieser schränkt die Aussage der Gleichwertigkeit von Arbeit und Wärme ein.<sup>2</sup> Durch den enormen Energieverbrauch kommt es zu großen Stoffflüssen. Diese können durch den Transport von Energieträgern, oder durch die Umwandlung fossiler Energieträger in Emissionen von statten gehen. Den größten Anteil bildet hier die CO<sub>2</sub> Emission. Lokal gesehen stehen jedoch andere Schadstoffe im Vordergrund. Diese entstehen aus der Reaktion der Verbrennung.

---

<sup>1</sup>Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion : Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014, S.91

<sup>2</sup>Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion : Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014, S.92

Bei Reaktionen mit Stickstoff oder Sauerstoff entsteht:

- Schwefeldioxid (ist verantwortlich für sauren Regen)
- Stickoxide (giftiges Gas, entsteht bei einer Verbrennungstemperatur von ca. 800 °C)

Durch eine unvollständige Verbrennung entstehen jedoch auch andere Schadstoffe:

- Kohlenmonoxid CO statt CO<sub>2</sub> (Erstickungsgefahr)
- PM (particulate matter) Feinstaub

Durch verschiedene Gesetze ist jedoch der Ausstoß dieser Schadstoffe reglementiert.<sup>3</sup>

### 2.1.1 Globale Emissionen

Betrachtet man die Emissionen global, so stehen die Treibhausgase im Fokus. Das sind Gase, welche das kurzwellige Licht der Sonne durch die Atmosphäre durchdringen lassen. Diese werden dann in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Dadurch wird ein Teil als Wärmeenergie in der Erdatmosphäre gespeichert.<sup>4</sup> Hätte die Erde keine solche Atmosphäre, dann würde die Temperatur minus 20 °C betragen. Aufgrund der natürlich entstehenden Treibhausgase steigt jedoch die Temperatur auf eine durchschnittliche Temperatur von plus 15 °C an. Werden jedoch durch den Einfluss des Menschen immer mehr Treibhausgase erzeugt, was durch die Verbrennung fossiler Energieträger geschieht, so kommt es zu einem Temperaturanstieg in der Erdatmosphäre.

- CO<sub>2</sub> Kohlendioxid wird vor allem bei der Verbrennung von fossiler Energie produziert. Entsteht auch bei der Produktion von Zement.
- CH<sub>4</sub> Methan wird durch die Vergärung von Biomasse produziert, bzw. bei der Massenviehzucht.<sup>5</sup>
- N<sub>2</sub>O Di-Stickstoffmonoxid (Lachgas) wird in der Landwirtschaft beim Düngen von Äckern oder durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe erzeugt
- FCKW Fluorchlorkohlenwasserstoff, wird zum Beispiel bei Kältemaschinen oder Wärmepumpen eingesetzt.
- SF<sub>6</sub> Schwefelhexafluorid wird als Installationsgas in der Elektrotechnik verwendet.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup>Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion : Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014, S.93

<sup>4</sup>Gruden, Dusan: Umweltschutz in der Automobilindustrie : Motor, Kraftstoffe, Recycling – 1.Auflage – Wiesbaden, 2008, S.21

<sup>5</sup>Gruden, Dusan: Umweltschutz in der Automobilindustrie : Motor, Kraftstoffe, Recycling – 1.Auflage – Wiesbaden, 2008, S.27

Die Gase FCKW und FS<sub>6</sub> werden als synthetische Gase bezeichnet. Das 1997 niedergeschriebene Kyoto Protokoll beschäftigt sich mit der Bekämpfung der übermäßigen Emissionsbelastung. Aus diesem Protokoll stammen die Emissionsbeschränkungen, an die sich die EU und die anderen Mitgliedstaaten halten müssen.

<b>Staat</b>	<b>Emissionen 1990 in Mio. t</b>	<b>Verpflichtende Emissions- änderung  in %</b>	<b>Emissionen 2010 in Mio.t</b>	<b>Reale Emissions- änderung  in %</b>
USA	6.161	-7	6.802	+10,4
Russland	3.350	0	2.208	-34,1
Japan	1.267	-6	1.258	-0,7
<b>Deutschland</b>	<b>1.246</b>	<b>-21,0</b>	<b>937</b>	<b>-24,8</b>
Ukraine	930	0	383	-58,8
Vereinigtes Königreich	767	-12,5	594	-22,6
Kanada	589	-6	692	+17,4
Polen	564	-6	401	-28,9
Frankreich	562	0	528	-6

---

<sup>6</sup>Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion : Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014, S.95



Italien	519	-6,5	501	-3,5
Australien	418	+8	543	+30
Rumänien	290	-8	123	-57,6
Spanien	283	+15	356	+25,8
Niederlande	212	-6	210	-0,9
Tschechien	196	-8	140	-28,9
Belgien	143	-7,5	132	-7,6
<b>Österreich</b>	<b>78</b>	<b>-13</b>	<b>85</b>	<b>+8,2</b>
Schweiz	53	-8	54	+2,2
Gesamt	17.629	-	15946	-9,5

Abbildung 1: Emissionsbeschränkungen lt. EU Angaben ohne Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft

### 2.1.2 Energie als essentieller Faktor für die Produktion

Für die Produktion ist Energie eines der wichtigsten Produktionsmittel. Ohne eine konstante und wirtschaftliche Energieversorgung ist ein Unternehmen in der heutigen Zeit nicht mehr konkurrenzfähig, da Produktionsausfälle in den meisten Fällen einen erheblichen wirtschaftlichen Schaden verursachen. Der Kostenfaktor Energie spielte in vielen Unternehmen bis vor kurzen eine eher untergeordnete Rolle. Vor allem im Dienstleistungssektor machen die Energiekosten nur einen Bruchteil der Produktion aus, darum werden sie in den meisten Fällen auch vernachlässigt. Bei energieintensiven Unternehmen wie zum Beispiel in der Stahlerzeugung können sich die Kosten für Energie auf bis zu 40 % der Produktion belaufen. In so einem Fall steckt ein sehr großes Potential in der Energie, um Kosten zu senken. Beim Energieverbrauch spricht man auch von

externen Kosten, dieses sind jene Kosten die dem Verursacher nicht direkt zugerechnet werden können. Man versteht darunter unter anderem Umweltschäden oder Gesundheitsschäden, die nach der Produktion entstehen. Diese Kosten müssen von der Allgemeinheit getragen werden.<sup>7</sup> Die Auswirkungen dieser Kosten sind jedoch umstritten, da man nicht genau die Systemgrenzen definiert hat. Um jedoch einen einigermaßen vernünftigen Ansatz zu bekommen, sollte man alle über den Lebenszyklus entstehenden Kosten aggregieren, um einen Vergleich anstellen zu können.

### 2.1.3 Der Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad drückt im Wesentlichen die Effizienz einer Energieumwandlung aus. Da laut Energieerhaltungssatz zwar Energie nie verloren gehen kann, wird sie quasi entwertet.<sup>8</sup> Bei der Verbrennung von Treibstoff wird aus der chemischen Energie durch die Verbrennung die gewünschte Wärmeenergie erzeugt. Doch ein Bruchteil der Energie wird hier nun auch in Lichtenergie umgewandelt und somit schlussendlich entwertet. Die Höhe dieser Entwertung wird in der Physik nun als Wirkungsgrad angegeben, dieser wird im Bereich von 0 bis 1 beziffert, also von Null bis Hundert %.<sup>9</sup> Der bestmögliche Wirkungsgrad beträgt 100 %, dieser kann aber auf Grund von Wärme bzw. Reibung nicht erreicht werden, da immer ein Teil der umgewandelten Energie entwertet wird. Auf der Grundlage des Energieerhaltungssatzes ist es daher unmöglich einen Wirkungsgrad von mehr als 100 % zu erzielen. Fundamental betrachtet ist nun ein hoher Wirkungsgrad erwünscht, da somit die Energieverluste geschmälert werden. Auf Grund der Tatsache, dass Energie heutzutage immer kostspieliger wird, ist es mittlerweile unabdingbar auf Geräte mit einem hohen Wirkungsgrad beim Kauf zu achten. Wenn nun zum Beispiel der Wirkungsgrad einer herkömmlichen Glühbirne zwischen 3 % - 5 % beträgt und der Wirkungsgrad einer LED Lampe zwischen 5 % - 25 % Prozent liegt, so lässt sich pauschal sagen, dass ein höherer Wirkungsgrad eine höhere Energieersparnis darstellt.<sup>10</sup>

---

<sup>7</sup>Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion : Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014, S.96

<sup>8</sup><http://www.energie-lexikon.info/wirkungsgrad.html>, 27.4.2015

<sup>9</sup><http://www.frustfrei-lernen.de/mechanik/wirkungsgrad.html>, 27.4.2015

<sup>10</sup>Runkel, Susanne: Energie sparen : Hausbau und Modernisierung leicht gemacht.-München, 2008, S.19

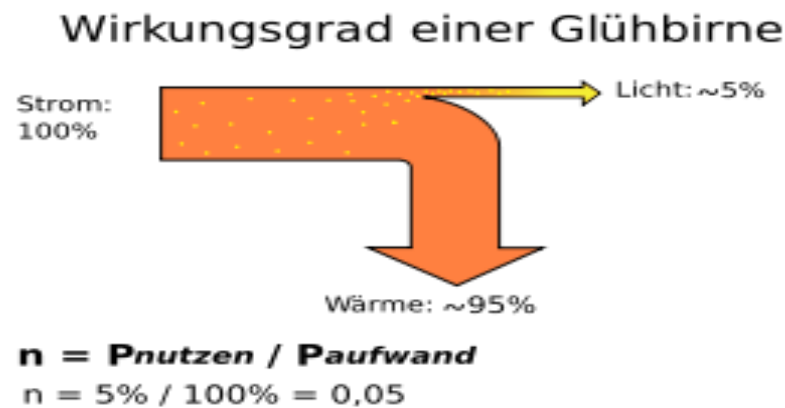


Abbildung 2: Wirkungsgrad einer Glühbirne

## 2.2. Die Auswirkungen der Energiewende im 21. Jahrhundert

Der Klimawandel betrifft uns alle, deshalb heißt es auch in Österreich: „Schluss mit Energieverschwendung“. Zurzeit befindet sich die Klima- und Energiepolitik in einer entscheidenden Phase. Bereits Ende Oktober 2014 wurde von der EU beschlossen, dass 2015 ein globales Abkommen zur Reduktion von Treibhausgasen fixiert werden muss. Hauptaugenmerk soll hier auf eine Erhöhung der Energieeffizienz bei gleichzeitiger Reduktion des Verbrauches der Energie gelegt werden.<sup>11</sup> Der Ausbau von erneuerbaren Energiequellen ist voran zu treiben. Auch global betrachtet gewinnt die energiepolitische Ausrichtung der EU immer mehr an Bedeutung. Der erste Sachbericht zum österreichischen Klimawandel weist deutlich darauf hin, wie notwendig es ist, dass der Klimaschutz eine Trendwende erfährt. Zahlreiche Klimaforscher haben in einem über dreijährigen Projekt die Auswirkungen des Klimawandels erarbeitet. Die daraus resultierenden Ergebnisse wurden der APCC (Austrian Panel on Climate Change) zur Verfügung gestellt.<sup>12</sup> Das Resultat der Untersuchung ist, dass sich mittlerweile auch in Österreich der Klimawandel in vielen Bereichen widerspiegelt. Angefangen von den Ökosystemen über den Tourismus bis hin zu der Land- und Forstwirtschaft wird die Notwendigkeit des Klimaschutzes deutlich. Auch die heimische Volkswirtschaft wird durch jüngst klimabedingte Umweltkatastrophen gravierend beeinflusst. Es ist wissenschaftlich belegt worden, dass sich die Jahresdurchschnittstemperatur um stolze 2 Grad Celsius seit

<sup>11</sup><https://www.klimafonds.gv.at/presse/presseinformationen/2014/vor-eu-entscheidung-klimafonds-und-erneuerbare-energie-oesterreich-praesentieren-fakten-statt-mythen-zur-energiewende>, 27.04.2015

<sup>12</sup><https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Broschren/Faktencheck-Energiewende/KLIENFaktencheckkleinfinalprintathome.pdf>, 01.05.2015

dem Jahr 1980 erhöht hat. Wenn dieser Kurs beibehalten wird, dann müssen wir bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mit einer Jahresdurchschnittstemperaturerhöhung von etwa 3,5 °C rechnen. Obwohl in allen Bereichen noch ein großes CO<sub>2</sub> Einsparungspotential gegeben ist, kann das 2 °C- Ziel nicht durch eine Einzelmaßnahme erreicht werden. Es erfordert eine Vielzahl von technischen und technologischen Änderungen um eine emissionsarme Gesellschaft zu kreieren.

### **Klimaschutzziele 2020**

In der europäischen Union sollen folgende Ziele bis zum Jahr 2020 erreicht werden:

- Treibhausgasemissionen um 20 % reduzieren
- Erhöhung der erneuerbaren Energieträger um 20 %
- Energieeffizienzsteigerung von 20 % (Werte zum Basisjahr 1990)<sup>13</sup>

Um diese Ziele erreichen zu können, müssen wir neue Strategien bei dem Rohstoffverbrauch entwickeln. Daher sollen Ressourcensparende Maßnahmen rechtzeitig in ein Unternehmen integriert werden. Der Umstieg auf erneuerbare Energien ist langfristig unumgänglich, da die fossile Energie (Kohle, Öl und Gas) sich zu Ende neigt. Seit eh und je sind die fossilen Energieträger die Grundlage unseres Wirtschaftswohlstandes. Angesichts der Tatsache, dass diese Energieträger in den nächsten Jahrzehnten zur Neige gehen, sind wir gezwungen so rasch wie möglich Ersatz zu finden.

---

<sup>13</sup> <http://www.e-control.at/konsumenten/oeko-energie/klima-und-umwelt/20-20-20-ziele>, 04.05.2015

<b>Gesamtpotential</b>			
<b>Kumulierte Förderung</b>	<b>Gesamtressourcen</b>		
	<b>Reserven</b>	<b>Ressourcen</b>	
	technisch und wirtschaftlich gewinnbar	nachgewiesen, derzeit technisch oder wirtschaftlich nicht gewinnbar	nicht nachgewiesen, geologisch möglich

Abbildung 3: Begriffsbestimmung

Der Weltenergiebedarf wird nach wie vor von mehr als 80 % von nicht erneuerbaren Energierohstoffen gedeckt. Die Weltkohlevorkommen sind im Vergleich mit den anderen nicht erneuerbaren Rohstoffen sehr hoch, hier liegen die prognostizierten Werte der Reserven bei ca. 200 Jahren. Der Wert für die Ressourcen wird mit über 1000 Jahren beziffert. Daher kann man hier von einer Sicherung des Energieträgers Kohle sprechen. Im direkten Vergleich zur Kohle liegt die prognostizierte Reichweite vom Rohstoff Erdöl bei nur etwa 40 Jahren. Würde man hier noch nicht konventionell gefördertes Erdöl (Ölsand, Ölschiffer) mit einbeziehen, dann würde man eine prognostizierte Reichweite von ca. 60 Jahren erreichen. Ähnlich sieht es beim Rohstoff Erdgas aus, auch hier würde die Reichweite bei gleich bleibendem Verbrauch ca. 63 Jahre betragen.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Schulz, Walter: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030: Energiewirtschaftliche Referenzprognose Energiereport 4.- Oldenbourg, 2005, S.13-15

## 2.3. Die Betrachtung der Energiewende

Der im Jahr 1972 veröffentlichte Artikel „Club of Rome“ (die Grenzen des Wachstums) hat zwar bei der Fachpresse für Aufsehen gesorgt, wurde aber von der Wirtschaft und der Politik nicht wahrgenommen.<sup>15</sup> Man sah zu dieser Zeit keinen Handlungsbedarf, da die benötigten Rohstoffe zu relativ niedrigen Preisen angeboten wurden. Der erste Denkanstoß kam bereits ein Jahr danach, durch den Yom-Kippur-Krieg kam es zum ersten politischen Eingriff auf den Rohölmarkt, was eine Verknappung der Treibstoffreserven mit sich brachte.<sup>16</sup> Aus heutiger Sicht wurde der Energiemarkt völlig unvorbereitet getroffen. Erst in den folgenden Jahren bis 1980 wurden Strategien zur langfristigen Sicherung der Energieversorgung entwickelt. Ein zusätzlicher Aspekt für die Entwicklung von alternativer Energieversorgung waren die damals beginnenden Diskussionen bezüglich dem CO<sub>2</sub> - Ausstoß und der damit verbundenen Erwärmung der Erdatmosphäre. Ein weiteres Motiv für die Entwicklung neuer Energiesysteme war die Tatsache, dass Erdöl und Erdgas in relativ naher Zukunft zur Neige gehen. Da aber die Kosten für erneuerbare Energien für den Endverbraucher höher waren, wurde in die Forschung und Entwicklung wenig investiert. Um die Energiewende herbeizuführen, muss die Politik die notwendigen Rahmenbedingungen im Sinne von Förderungen schaffen. Anhand der Tatsache, dass die Erdbevölkerung derzeit um jährlich etwa 1,2 % wächst, liegt auch eine Steigerungsrate des CO<sub>2</sub> - Ausstoßes auf der Hand. Momentan liegt der weltweite Verbrauch von Primärenergie pro Kopf bei etwa 72 GJ/a. In Österreich liegt dieser pro-Kopf-Verbrauch bei 174 GJ/a, dieser wird aber wegen der besseren Umwandlungseffizienz leicht sinken. Das bedeutet, dass man nur eine drastische Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes anhand eines neuen Energiesystems erreichen kann, dabei muss ein großer CO<sub>2</sub> freier Anteil an Energie gewährleistet sein.<sup>17</sup>

### 2.3.1 Die Betrachtung des Marktversagens

Etwa zehn Jahre nach der ersten Ölpreiskrise konnte veranschaulicht werden, dass man den Energiebedarf anhand erneuerbaren Energieträger in den nächsten Jahrzehnten decken könnte. Nach etwa 20 Jahren stand fest, dass diese Energieträger zwar technisch errichtet werden können, diese aber durch die vorherrschenden Marktbedingungen nicht zum Einsatz kommen, da Anhand der höheren Kosten die Konkurrenzfähigkeit nicht

<sup>15</sup>[http://www.regionews.at/newsdetail/Energy\\_Globe\\_Foundation\\_und\\_Club\\_of\\_Rome\\_diskutieren\\_Energiewende-23374.5.5.2015](http://www.regionews.at/newsdetail/Energy_Globe_Foundation_und_Club_of_Rome_diskutieren_Energiewende-23374.5.5.2015), 04.05.2015

<sup>16</sup><http://www.diplomatisches-magazin.de/international-relations-12-2013-de/A1/?PHPSESSID=8rgh4bbfbv1e02tgm3555koeo2>, 05.05.2015

<sup>17</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.177,178, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

vorhanden war.<sup>18</sup> Da auch weitere Forschungen gezeigt haben, dass vor allem Kohle noch Jahrhunderte zur Verfügung steht, musste die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen einen weiteren Stillstand hinnehmen. Ein weiterer Grund für die schleppende Entwicklung ist auch der nur geringfügige Preisanstieg der fossilen Energieträger. Auch die Diskussion in den 1990er Jahren über die Erderwärmung hat daran nichts geändert. Für den Endverbraucher gibt es nach wie vor kein spürbares Energieproblem, das ist auch der Grund, dass sich die erneuerbaren Energiesysteme bis jetzt nicht richtig durchgesetzt haben.<sup>19</sup> Da eine flächendeckende Markteinführung dieser Energiesysteme nur langsam funktioniert, liegt es nun in der Hand der Politik diese Entwicklung voran zu treiben.

### 2.3.2 Die technischen Herausforderungen

Nach wie vor ist es ein großes Problem, dass die eingesetzten Energien aus den nicht erneuerbaren Energieträgern gewonnen werden. Das hat zur Folge, dass die Reserven zur Neige gehen und somit Energie deutlich teurer werden wird. Außerdem führt die Verwendung dieser Energieträger zu einem deutlichen Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Dieses Problem kann zum Glück mit einer einfachen Gegenmaßnahme gelöst werden.<sup>20</sup> Durch eine effiziente Nutzung der fossilen Energieträger, sowie durch den Einsatz von erneuerbaren Energien kann man den CO<sub>2</sub> Ausstoß deutlich verringern und somit der Erderwärmung entgegen wirken. Die technische Herausforderung besteht nicht darin die notwendigen Anlagen zur Verfügung zu stellen, sondern die Alternativenenergien wirtschaftlich konkurrenzfähig zu machen, da diese nach wie vor noch zu teuer sind. Bis es allerdings so weit ist, muss man die bereitgestellte Energie, kohlenstoffärmer herstellen. Beispiele hierfür wären sparsame Fahrzeuge zum einen, sowie besser isolierte Gebäude zum anderen, als auch natürlich eine bessere Ausnutzung des Angebots im Bereich des öffentlichen Verkehrs. In Folge dessen sollte die hierfür benötigte Primärenergie aus erneuerbarer Energie gewonnen werden. Die Variationen zur Herstellung erneuerbarer Energien sind vielfältig: Windkraft, Wasserkraft und Solar um nur einige zu nennen, diese wurden in den letzten Jahrzehnten weitestgehend perfektioniert und warten auf ihren Einsatz.<sup>21</sup>

---

<sup>18</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.179, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

<sup>19</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.180, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

<sup>20</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.180, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

<sup>21</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.181, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

### 2.3.3 Die wirtschaftliche Herausforderung

Ein fundamentales Problem der erneuerbaren Energien ist, dass durch die hohe Komplexität der Einrichtungen verhältnismäßig hohe Kosten entstehen. Die Mehrkosten einer solchen Anlage und derer Energieform betragen zwischen 50 und 150 Prozent der derzeitigen Errichtungskosten.<sup>22</sup> Obwohl die Energieeffizienz verbessert wird, muss man mit höheren Energiekosten rechnen. Das bedeutet, dass solange die konventionell „billige“ Energie angeboten wird, die Mehrheit der Energieverbraucher nicht auf die erneuerbaren Energieträger umsteigen wird. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das Energie- Klimaproblem ein reines Kostenproblem darstellt. Aufgrund der Tatsache, dass die neuen Energiesysteme laufend verbessert werden und dass der Rohölpreis weiter ansteigen wird, so werden die erneuerbaren Energien marktfähig. Wenn der Zeitpunkt des Zieldatums eintreten soll, dann müssten die fossilen Energieträger noch teurer werden und die erneuerbaren Energieträger billiger werden, um so den Zeitpunkt nach vorne zu verschieben, um das 2 °C- Ziel zu erreichen.<sup>23</sup> Da es auch keine Option ist, aus öffentlichen Mitteln die erneuerbare Energie zu subventionieren, werden vermehrt Geldmittel in die Forschung gesteckt um so den notwendigen Impuls zu schaffen, um die neuen Systeme wettbewerbsfähig zu machen. Das bedeutet, dass die Wettbewerbsfähigkeit nur durch eine Anhebung der fossilen Energiepreise oder durch eine fiskalische Maßnahme beschleunigt werden kann. Ein Problem stellt jedoch die Erhöhung der Energiekosten dar, da vor allem eine höhere Besteuerung bei den Verbrauchern zu Verständnislosigkeit führt.

Jedoch wurde über Wirtschaftlichkeitsanalysen gezeigt, dass die Mehrkosten der erneuerbaren Energieträger auch einen volkswirtschaftlichen Nutzen mit sich bringen.<sup>24</sup> Wenn die Energiewertschöpfung zum Großteil im Inland von statten gehen würde, dann könnte man den Import signifikant senken und somit im Inland durch diese Maßnahme neue Arbeitsplätze schaffen. Ein weiterer positiver Effekt ist die Vermeidung der Klimaschäden. Bei dieser Betrachtung werden alle entstehenden Kosten ermittelt, die ein Energiesystem verursacht. Angefangen bei der Gewinnung, Umwandlung, Einlagerung bis hin zur Entsorgung der gewählten Anlage.

---

<sup>22</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.181, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

<sup>23</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.182, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

<sup>24</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.183, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013



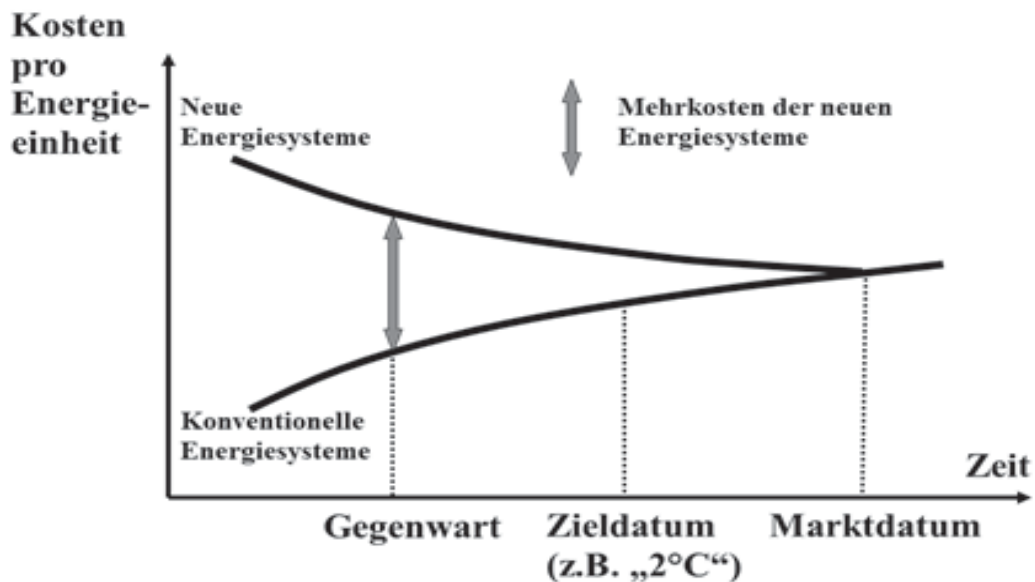


Abbildung 4: Zu erwartender Verlauf der Kosten pro Energieeinheit bei konventionellen bzw. neuen Energiesystemen

### 2.3.4 Die politische Herausforderung

Das Hauptanliegen der Politik ist der Klimaschutz, die Versorgungssicherheit sowie die Betrachtung der volkswirtschaftlichen Kosten. Diese Ziele sollten am besten ohne ein großes Eingreifen der Politik erreicht werden. Doch wenn es marktwirtschaftlich nicht als erreichbar erscheint, so muss die Politik als Regelgröße eingreifen. Anhand des momentanen Energiemarktes, kann man von einem Marktversagen ausgehen, da hier eine Wandlung zu erneuerbarer Energie nur über fiskalische Maßnahmen erreicht werden kann.<sup>25</sup> Eine Maßnahme hierfür wäre zum Beispiel die Besteuerung von CO<sub>2</sub> wie es bereits in mehreren Ländern eingeführt wurde. Zusätzliche Schritte sind die Senkung der handelbaren CO<sub>2</sub> Emissionsrechte, sowie die Vorgabe einer Quote der erneuerbaren Energie im Bereich der Kraftstoff sowie der Stromerzeugung. Die meisten EU-Mitgliedsländer haben bereits eine solche Quotenregelung gesetzlich verordnet. Diese Maßnahmen führen jedoch nicht zu einer Subvention von erneuerbaren Energiesystemen sondern zu einer Erhöhung der Kosten von konventioneller Energie. Ziel der Politik ist es jedoch, nicht Mehreinnahmen zu lukrieren. Als weiteren Schritt könnte man die Lohnsteuer senken um die bestehende Steuerbelastung zu entspannen.<sup>26</sup>

<sup>25</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.184, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

<sup>26</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.185, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

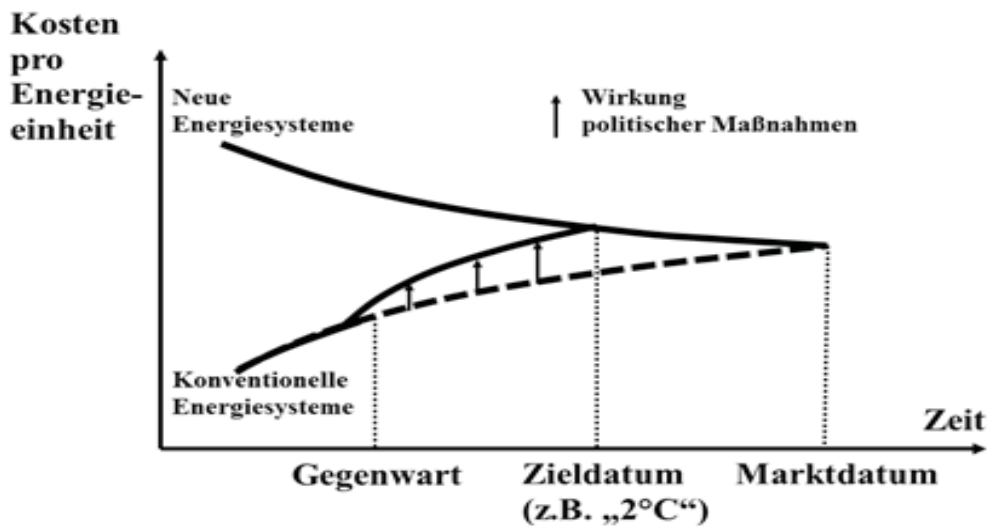


Abbildung 5: Wirksamkeit politischer Maßnahmen zur Erreichung der Konkurrenzfähigkeit neuer Energiesysteme

Für die privaten Energieverbraucher ist dieses Problem allerdings nicht spürbar, weder in Form des Klimawandels noch in Form von Energieknappheit. Da kein spürbarer volkswirtschaftlicher Nutzen für den Verbraucher vorliegt, wird aus eigenem Interesse niemand auf eine teurere Energie wechseln. Aus diesem Grund muss die Politik die Notwendigkeit dieser Maßnahmen ersichtlich machen, um so eine schrittweise Erhöhung der Kosten zu rechtfertigen. Falls die Reduktionsziele nicht eingehalten werden können, besteht die Möglichkeit Emissionsrechte zu kaufen, diese werden jedoch aus dem allgemeinen Budget finanziert. Hier zeichnet sich allerdings das Problem ab, dass der Zukauf der Emissionsrechte teurer ist, als die dafür vorgesehenen Subventionen der erneuerbaren Energieanlagen. Eine essentielle Rolle spielt hier auch die Industrie, da eher zurückhaltend in erneuerbare Energie investiert wird. Würde hier eine Kehrtwende stattfinden, dann würde die neue Energieform auch konkurrenzfähig sein. In Folge dessen könnte auch die Forschung und Entwicklung stärker voranschreiten und es sollte hier eine weitere Kostensenkung sowie eine Effizienzsteigerung stattfinden, was natürlich auch eine bessere Konkurrenzfähigkeit mit sich bringen würde. Auf Grund der internationalen Verbindung des Energiemarktes müssen die politischen Maßnahmen grenzüberschreitend und ineinandergreifend geschehen, um hier keine Wettbewerbsverzerrung zu verursachen. Die EU hat hier schon ein gutes Fundament gelegt, jedoch ist es international sehr schwierig dieses Vorhaben in die Tat umzusetzen.<sup>27</sup>

<sup>27</sup>Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.-2013-S.186, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013

## 2.4. Der Klimaschutz im Zusammenhang mit Wirtschaftlichkeit

Der Wohlstand unserer Zeit ist zum Großteil auf Energie aufgebaut. Anhand der Tatsache, dass die fossilen Energieträger immer knapper werden und der Klimawandel immer spürbarer wird, stellt sich die Frage, wie sich Wachstum, Wohlstand und Fortschritt mit möglichst klimafreundlicher Energie bewerkstelligen lassen. Die klare Schlussfolgerung daraus ist, dass über die ganze Wertschöpfungskette, angefangen von der Erzeugung über den Transport bis hin zum Verbrauch der Energie die Effizienz gesteigert werden muss. Die internationale Energieagentur hat festgestellt, dass sich die Klimaschutzziele nur mit einer mindestens 53 % Effizienzsteigerung umsetzen lassen. Eine weitere Maßnahme ist die Steigerung der erneuerbaren Energie um mindestens 23 % um die gewünschten Klimaschutzziele zu erreichen.<sup>28</sup> Energieeffizienz ist nicht nur in Österreich und in Deutschland sondern auch in China und Russland unverzichtbar. Das bedeutet, dass man bei der Energieeffizienz dort ansetzen muss, wo Energien umgewandelt werden, also im Arbeits- bzw. Lebensraum der Menschen. Jeder will natürlich ein gewisses Maß an Komfort haben wie z.B. wohltemperierte Wohnungen, Unterhaltungsmedien sowie auch Mobilität. Die steigende Lebensqualität muss nicht zwangsläufig mit einem steigenden Energieverbrauch einhergehen. Durch Know - how und innovativen Technologien können wir die Energieeffizienz signifikant steigern und unseren Energieverbrauch nachhaltig senken. In der Europäischen Union hat man sich hohe Ziele gesteckt. Hier will die Politik eine CO<sub>2</sub> – Emissionsreduzierung um 40 % bis 2020 durchsetzen. Sollen die Klimaschutzziele bis dahin bewältigt werden, so muss eine exorbitante Reduzierung der Energie vorgenommen werden. Vor allem im Bereich der Gebäudesanierung muss viel umgesetzt werden, da hier Einsparungen der Energie zwischen 70 % und 90 % realisierbar sind.<sup>29</sup> Das bedeutet, dass bis zum Jahr 2050 die benötigte Wärmeenergie auf 20 % des jetzigen Wärmeenergieverbrauches gesenkt werden kann. Energieeffizienz ist für Unternehmen nicht nur ein Synonym für Kosteneinsparung, auch wird durch intelligente Innovationen und effizientere Anlagen die Wettbewerbsfähigkeit gesteigert. Energieeffizienz gewinnt auch international an immer größerer Bedeutung, da es immer mehr als ein Merkmal für hohe Qualität gesehen wird. Man verbindet damit auch eine hohe Produktivität, was international zur Erschließung neuer Geschäftsfelder führt. Energieeffizienz senkt nicht nur die Kosten für den Verbraucher sondern steigert auch das Wirtschaftswachstum. Des Weiteren werden die nuklearen Risiken minimiert, sowie auch die Abhängigkeit von fossiler Energie

---

<sup>28</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.34

<sup>29</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.35

unterbunden, was einen positiven Einfluss auf den Klimawandel hat. Das bedeutet, dass Energieeffizienz einen unerlässlichen Beitrag zur weltweiten Lösung der Energieproblematik beiträgt.<sup>30</sup>

### 2.4.1 Ökoeffizienz

Unter dem Begriff „Ökoeffizienz“ versteht man das Verhältnis von produzierten Schadstoffen in Tonnen CO<sub>2</sub>, oder Abfall in Tonnen, zur wirtschaftlichen Wertschöpfung in € beziehungsweise, dass man Ressourcen so einsetzt, sodass man beim größten wirtschaftlichen Nutzen möglichst wenig Umweltbelastungen erzeugt. Als Schadschöpfung bezeichnet man alle indirekt und direkt verursachten Umweltbelastungen die von der Produktion eines Produktes verursacht werden. Hier werden alle Umweltbelastungen der Wertschöpfungskette miteinander addiert. Die Größe der Schadschöpfungen hängt ganz wesentlich von der Energie bzw. von dem Materialeinsatz ab. Um die nötigen Kennzahlen zu errechnen, werden hier physikalische Größen den monetären Größen gegenüber gestellt. Hierbei kann man das Verhältnis, von Gewinn zum Abfall in Tonnen oder Gewinn zu CO<sub>2</sub> in Tonnen setzen und somit einen Indikator bilden.<sup>31</sup> So kann jedes Unternehmen individuell das Energieeffizienzsteigerungspotential errechnen. Als bedeutender Teil der Ökoeffizienz wird die Ressourceneffizienz angesehen, hier analysiert man den sinnvollen Einsatz von Ressourcen. Dieser Teilbereich lässt sich wiederum auf die Teilbereiche Energieeffizienz und Materialeffizienz auf splitten. Bei dieser Betrachtung stehen der Energieeinsatz sowie der Ressourcenverbrauch im Fokus. Hier werden durch Indikatoren bzw. Kennzahlen der Ressourcenverbrauch und die Wertschöpfung ins Verhältnis gestellt. Beispiele hierfür sind MIPS (Materialinput pro Serviceeinheit), welches den Materialfluss und Ressourcenfluss in Tonnen pro Produktionseinheit misst. Aus technischer Sicht bezeichnet man die effektivste Nutzung bzw. Erzeugung von Energien als Energieeffizienz. Ebenfalls gelten energieeinsparende Maßnahmen als Teil der Energieeffizienz. In den Teilbereichen Elektrogeräte, Gebäudeversorgung sowie in der Mobilität, besteht nach wie vor ein beträchtliches Energieeinsparungspotenzial.<sup>32</sup> Effizienzsteigerungen sind ein wesentlicher Bestandteil jedes Unternehmens, da der bestmögliche Einsatz der Produktionsfaktoren eines der zentralen Themen für betriebswirtschaftliche Effizienz ist. Bei renditeorientierter Unternehmensführung werden folglich eher Maßnahmen umgesetzt, die den Unternehmenswert steigern. Wird bei gleichbleibender Schadschöpfung ein höheres Maß an Wertschöpfung erreicht, so handelt es sich um eine schwache Ökoeffizienzsteigerung.

<sup>30</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.35

<sup>31</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.37

<sup>32</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.38

Besser sind hingegen Ökoeffizienzsteigerungen, welche auf beiden Gebieten eine Verbesserung ermöglichen, hier wird dann von einer starken Ökoeffizienzsteigerung gesprochen. Die richtige Material- und Designwahl der Produkte kann dazu beitragen, dass am Ende des Lebenszyklus eines Produktes dieser leichter als auch kostengünstiger zu recyceln ist. Dabei ist darauf zu achten, dass das Material im besten Fall der eigenen Produktion als Recyclingmaterial zugeführt werden kann.<sup>33</sup> So können die frischen Materialmengen reduziert werden, was zu einer gleichzeitigen Reduktion des Energieaufwandes führt. Des Weiteren kann durch die höhere Produktlebensdauer der Neu- Ressourcenverbrauch hinausgezögert werden. Eine weitere Maßnahme zur Erhöhung der Lebensdauer wäre die Möglichkeit das Produkt reparieren bzw. servieren zu lassen oder das Produkt im Laufe der Zeit bei steigender Anforderung aufzurüsten. Durch gezielte Maßnahmen kann auch die Ressourceneffizienz gesteigert werden. Als essentielle Größe nennt man hier die Reduzierung der Materialeinsatzmengen, diese können über den gesamten Produktionsprozess beeinflusst werden. Bereits beim Produktdesign ist es möglich signifikante Einsparungen zu erzielen, eine solche Maßnahme kann zum Beispiel der Austausch eines Inputfaktors gegen ein weniger schädliches Material für die Umwelt ersetzt sein.<sup>34</sup> Da hier somit eine Verringerung der Schadschöpfung einher geht, wird zugleich die Ökoeffizienz gesteigert. Somit kann es bei stark verbesserter Ökoeffizienz zum Anstieg des Produktabsatzes kommen. Den sogenannten Rebound Effekt, das bedeutet, dass trotz höherer Effizienz des Produktes, es zu einem höheren Ressourcenverbrauch kommt. Dieser Rebound Effekt ist jedoch nicht negativ, auch wenn vorerst die absoluten Werte höher sind. Es kann auch als notwendige Maßnahme zur Erreichung immer größerer Energie- Ressourceneffizienz beitragen, da hierdurch ökologisch ineffiziente Produkte substituiert werden.<sup>35</sup>

## 2.5. Durch Energieeffizienz zur Gewinnsteigerung

Jeder Unternehmer sollte die Möglichkeiten der technischen und wirtschaftlichen Einsparungspotentiale nicht unterschätzen, da hier noch großes Potential vorhanden ist um den Gewinn weiter zu steigern. Vor allem Klein- und Mittelunternehmen gehen nur zögerlich an die Sache heran, dabei ist das Potenzial der möglichen Einsparungen enorm. Experten gehen davon aus, dass mehr als 15 % der Energie unnötig verbraucht

---

<sup>33</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.39

<sup>34</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.40

<sup>35</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.41

werden.<sup>36</sup> In erster Linie ist es essentiell, dass das über den gesamten Produktionsprozess gewählte Energiekonzept optimal gewählt ist um so die Kosten möglichst gering zu halten. Im Gegensatz zu Investitionen werden bereits im Produktionsprozess befindliche Anlagen einer Wirtschaftlichkeitsprüfung nur selten unterzogen und so bleiben oft unwirtschaftliche Prozesse oder Anlagen im Verborgenen. Für jede wirtschaftliche Betrachtung ist es wichtig, den genauen Energiebedarf zu analysieren, nur so kann eine optimale Energiebereitstellung geplant werden. Hierbei sollen Einsparungspotentiale erkannt und umgesetzt werden. Oft wird ein Teil des Gewinns durch nicht genutzte Energie verschenkt, daher sollte man Maßnahmen setzen, um die Energieeffizienz zu steigern und somit die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Um schnell reagieren zu können, ist es notwendig, dass sich die Energieversorgung transparent gestaltet.<sup>37</sup> Betrachtet man ein Unternehmen genauer, so stellt man fest, dass es in jedem Bereich des Produktionsprozesses beziehungsweise in jedem Bereich des Unternehmens Einsparungspotential besteht.

Einige Beispiele hierfür sind:

- Produktion
- eingesetzte Elektromotoren
- Druckluft - Anlagen
- Wärmeerzeugung für Raumluft
- Beleuchtungen<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup>[http://www.kea-bw.de/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/043.\\_Energiekosten\\_senken\\_-\\_Gewinne\\_steigern\\_Effizienz\\_als\\_Wettbewerbsvorteil\\_und\\_Baustein\\_zum\\_Unternehmenerfolg.pdf](http://www.kea-bw.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/043._Energiekosten_senken_-_Gewinne_steigern_Effizienz_als_Wettbewerbsvorteil_und_Baustein_zum_Unternehmenerfolg.pdf). S.5, 10.05.2015

<sup>37</sup>[http://www.kea-bw.de/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/043.\\_Energiekosten\\_senken\\_-\\_Gewinne\\_steigern\\_-\\_Effizienz\\_als\\_Wettbewerbsvorteil\\_und\\_Baustein\\_zum\\_Unternehmenerfolg.pdf](http://www.kea-bw.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/043._Energiekosten_senken_-_Gewinne_steigern_-_Effizienz_als_Wettbewerbsvorteil_und_Baustein_zum_Unternehmenerfolg.pdf), S.6, 10.05.2015

<sup>38</sup>[http://www.kea-bw.de/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/043.\\_Energiekosten\\_senken\\_-\\_Gewinne\\_steigern\\_Effizienz\\_als\\_Wettbewerbsvorteil\\_und\\_Baustein\\_zum\\_Unternehmenerfolg.pdf](http://www.kea-bw.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/043._Energiekosten_senken_-_Gewinne_steigern_Effizienz_als_Wettbewerbsvorteil_und_Baustein_zum_Unternehmenerfolg.pdf) S.9-13, 10.05.2015

## 2.6. Ökologie und Ökonomie bei Investitionsentscheidungen

Investitionsentscheidungen bilden eine wichtige Basis für den Zugang des notwendigen Inputs, sei es in Form von Verbrauchsmaterialien oder Maschinen. Bei der Investitionsentscheidung stehen nicht nur die wirtschaftlichen Aspekte im Vordergrund, hierbei sollen auch geforderte Punkte erfüllt und eingehalten werden.<sup>39</sup> In erster Linie werden zwar technische Ausstattung und der nicht zu außer Acht zu lassende Preis bewertet. Jedoch wird vermehrt auch auf entstehende Umwelteinflüsse eingegangen, wie zum Beispiel der CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Pauschal betrachtet bietet die Investitionsentscheidung, die Möglichkeit, die Auswirkungen der Produktion für die Umwelt entscheidend zu beeinflussen. Durch die Verbindung der ökologischen als auch ökonomischen Betrachtungsweisen eines Produktlebenszyklus lassen sich hier optimale Lösungen finden.<sup>40</sup> Ein wichtiger Aspekt ist hierbei die Lebenszykluskostenrechnung, hier werden die gesamten anfallenden Kosten des Zyklus eines Produktes dargestellt. So werden nicht nur die Anschaffungskosten in den Fokus gesetzt, sondern man veranschaulicht alle anfallenden Instandhaltungskosten und Betriebshaltungskosten sowie auch schlussendlich die Entsorgung einer Anlage. Denn am Ende beeinflusst der gesamte Zahlungsstrom die Rentabilität der gewählten Anlage. Im anschließenden Bild kann man erkennen, dass es sich durchaus lohnen kann eine größere Anfangsinvestition zu tätigen, da über den gesamten Lebenszyklus die Kosten der Anlage B geringer sind. Bei dieser Methode können nur Produkte mit der gleichen Leistungsfähigkeit miteinander verglichen werden. Vom Grundprinzip entspricht es der Kapitalbarwertmethode, nur dass hierbei die Einzahlungen nicht berücksichtigt werden. Bei diesem Verfahren sollte man so viele Informationen wie möglich vom Hersteller bekommen um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten. Am Ende der Kosteneinschätzung wird die Anlage mit den geringsten Lebenszykluskosten gewählt.<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.57

<sup>40</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.58

<sup>41</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.59

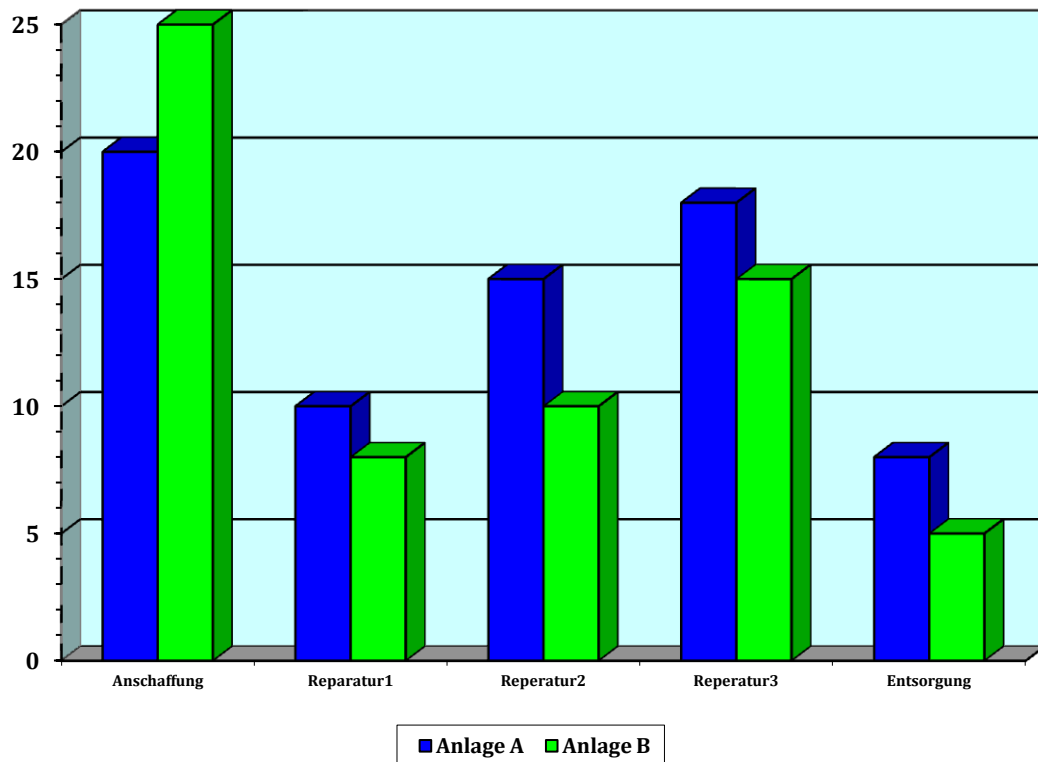


Abbildung 6: Lebenszykluskostenprofil

Um nicht nur eine rein wirtschaftliche Betrachtungsweise zu haben, kann man noch eine Ökobilanz mit einbeziehen. In der Ökobilanz werden die eingehenden und ausgehenden Stoff- sowie Energieflüsse erfasst und bewertet. So eine Bilanz kann für das ganze Unternehmen erstellt werden. Der erste Schritt besteht darin, Stoff- sowie Energieflüsse zu analysieren und der gewünschten Zielgruppe zuzuordnen. Im zweiten Schritt werden die Inputs und Outputs abgegrenzt betrachtet, beim dritten Schritt werden etwa Treibhauseffekte oder Humantoxizität auf ihre Umweltauswirkungen geprüft. Beim vierten und letzten Punkt werden die gesammelten Umweltaspekte über ein Wertesystem bewertet und somit ebenfalls auf ihre ökologische Relevanz geprüft. Ähnlich wie bei der Lebenszykluskostenrechnung werden die verursachten Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet. Die Aussagekraft einer solchen Bilanz hängt stark von der Genauigkeit der prognostizierten Werte ab, denn je genauer desto besser lässt sich dann eine fundierte Aussage treffen.<sup>42</sup>

<sup>42</sup>Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.-München, 2013, S.60



### 3. Das neue Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG)

*„Zweck des mit 1. Januar 2015 in Kraft getretenen Bundes-Energieeffizienzgesetzes ist bis Ende 2020*

- *die Effizienz der Energienutzung durch Unternehmen und Haushalte in Österreich bundeseinheitlich kosteneffizient zu steigern,*
- *nationale Richtziele betreffend Energieeffizienz zu normieren,*
- *die Vorbildwirkung des Bundes bei der Energieeffizienz festzulegen,*
- *die Nachfrage nach Energiedienstleistungen und anderen Energieeffizienzmaßnahmen zu stärken sowie die Rahmenbedingungen für die Qualität von Energiedienstleistungen bundeseinheitlich festzulegen,*
- *Energielieferanten zur Verbesserung der Endenergieeffizienz zu verhalten,*
- *über die Forcierung der Energieeffizienz*
  - *den Energieverbrauch und die Energieeinfuhr zu senken und somit die Versorgungssicherheit zu verbessern,*
  - *die Nachfrage nach Atomenergie zurückzudrängen,*
  - *unter expliziten Bezug auf die verbindlichen Zielvorgaben des unionsrechtlichen Klima- und Energiepakets für Österreich den Anteil erneuerbarer Energieträger an Emissionen kostenwirksam zu reduzieren,*
  - *den Umstieg auf eine energieeffizientere Wirtschaft voranzutreiben, technologische Innovationen zu beschleunigen sowie die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Industrie durch sinkenden Energieverbrauch zu verbessern,*
  - *Energiekosten für Haushalte zu senken und Energiearmut einzudämmen*
- *und damit einen Beitrag zur Verwirklichung einer kostenoptimierten, nachhaltigen und gesicherten Energieversorgung zu leisten.“<sup>43</sup>*

---

<sup>43</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §2

### 3.1. Begriffsbestimmung

*„Im Sinne dieses Gesetzes bezeichnet der Ausdruck*

**Endenergieverbrauch:** *die Menge der Energieträger, bewertet nach dem Energiegehalt, die von den Energielieferanten an die Endenergieverbraucher für energetische Zwecke abgesetzt wird;*

**Endenergieverbraucher:** *eine natürliche oder juristische Person, die, unabhängig von der Art ihres Endverbrauches, Energieträger von Energielieferanten bezieht, um sie zu energetischen Zwecken im Inland einzusetzen und zu verbrauchen. Nicht als Endenergieverbraucher gelten Energieversorgungsunternehmen, sofern sie Energieträger zum Zweck der Energieumwandlung oder zum Transport leitungsgebundener Energieträger einsetzen;*

**Energieaudit:** *ein systematisches Verfahren im Einklang mit § 18 und Anhang III zur Erlangung ausreichender Informationen über das bestehende Energieverbrauchsprofil eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe, eines Betriebsablaufs in der Industrie und/oder einer Industrieanlage oder privater oder öffentlicher Dienstleistungen, zur Ermittlung und Quantifizierung der Möglichkeiten für kostenwirksame Energieeinsparungen und Erfassung der Ergebnisse in einem Bericht;*

**Energieberatung:** *die Vermittlung ausreichender Informationen über das bestehende Energieverbrauchsprofil eines Verbrauchers zur Ermittlung und Quantifizierung der allfälligen Möglichkeiten für kostenwirksame Energieeinsparungen;*

**Energiedienstleistung:** *der physische Nutzeffekt, der Nutzwert oder die Vorteile, die aus einer Kombination von Energie mit energieeffizienter Technologie oder mit Maßnahmen gewonnen werden, die die erforderlichen Betriebs-, Instandhaltungs- und Kontrollaktivitäten zur Erbringung der Dienstleistung beinhalten können; sie wird auf der Grundlage eines Vertrags erbracht und führt unter normalen Umständen erwiesenermaßen zu überprüfbaren und mess- oder schätzbaren Energieeffizienzverbesserungen oder Primärenergieeinsparungen;*

**Energieeffizienz (Endenergieeffizienz):** *das Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zu Energieeinsatz (Endenergieeinsatz);*

**Energieeffizienzeinheit:** *jene Energie in kWh, die durch Unternehmen im Rahmen von Branchenverpflichtungen oder des Energieeffizienzverpflichtungssystems gemäß § 10 im jeweiligen Kalenderjahr durch gesetzte Energieeffizienzmaßnahmen nachgewiesen werden muss;*

**Energieeffizienzmaßnahme:** *jede Maßnahme, die ab 2014 in Österreich gesetzt wird, in der Regel zu überprüfbaren und mess- oder schätzbaren Energieeffizienzverbesserungen führt, den Richtlinien gemäß § 27 entspricht und ihre Wirkung über das Jahr 2020 hinaus entfaltet; Energieeffizienzmaßnahmen können von verpflichteten Unternehmen selbst*

gesetzt oder bei Dritten gesetzt oder initiiert werden, hinsichtlich ihrer Anrechenbarkeit gelten die Bestimmungen des § 27; wirkt eine Effizienzmaßnahme nicht bis über das Jahr 2020 hinaus, ist sie nur anteilig anrechenbar;

**Energieeffizienzrichtwert:** der nach Art. 3 der Richtlinie 2012/27/EU mittels Prognosemethoden errechnete und notifizierte Indikationswert (österreichischer Endenergieverbrauch im Jahr 2020 in Höhe von 1 100 Petajoule;

**kumulatives Energieeffizienzziel:** jenes gemäß Art. 7 Richtlinie 2012/27/EU für Österreich verbindlich vorgeschriebene Endenergieeffizienzziel, welches sich aus der additiv berechneten Reduktion des Endenergieverbrauches der Jahre 2014 bis einschließlich 2020 aufgrund der und in § 8 Abs. 1 und Abs. 2 definierten Vorgaben und der in diesem Zeitraum gesetzten jährlichen Maßnahmen nach Abzug der Maßnahmen gemäß Z 15 ergibt;

**Energielieferant:** eine natürliche oder juristische Person oder eingetragene Personengesellschaft, unabhängig von ihrem Geschäftssitz, die entgeltlich Energie an Endenergieverbraucher, unabhängig von der Art ihres Endverbrauches, abgibt; Energielieferanten, die zu mehr als 50% im Eigentum eines Unternehmens stehen, können dem Mutterunternehmen mit dessen Zustimmung zugerechnet werden. Eine für ein Unternehmen oder einen Konzern eingerichtete zentrale Beschaffungsstelle, die für den jeweiligen Eigenverbrauch Energie beschafft oder die Energie auf ihrem Betriebsgelände an exklusive Vertragspartner nichtöffentlich zu Endverbrauchszwecken verteilt, ist nicht Lieferant sondern Endenergieverbraucher; liefert ein Betrieb überschüssige Prozesswärme oder Abwärme aus Gründen des effizienten Prozessmanagements direkt an gewerbliche Letztverbraucher, liegt insoweit keine Lieferanteneigenschaft vor;

**Energiemanagementsystem:** anerkannte regelgebundene Managementsysteme, welche insbesondere oder auch die Energieflüsse in einem Unternehmen erfassen, abbilden und bewerten und Vorschläge für Einsparmaßnahmen generieren;

**Energieträger:** alle handelsüblichen Energieformen, sofern sie von Endenergieverbrauchern für energetische Zwecke (zB Heizung und Kühlung, Prozesswärme, Betrieb von Motoren und Antrieben, Beleuchtung, Betrieb von elektrischen und elektronischen Geräten, elektrochemische Zwecke) eingesetzt werden: feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe fossilen und biogenen Ursprungs, einschließlich Abfällen, sowie Elektrizität, Wärme und Kälte, sofern sie leitungsgebunden übertragen werden;

**einkommensschwache Haushalte:** Personen, die jeweils für ihren Hauptwohnsitz von der Pflicht zur Entrichtung der Ökostrompauschale gemäß § 46 ÖSG 2012 befreit sind;

**anrechenbare Maßnahmen aus der Vergangenheit:** Energieeffizienzmaßnahmen, die aufgrund von Investitionen von 2009 bis 2013 gesetzt wurden und ihre Wirkung über das Jahr 2020 hinaus entfalten;

**Niedrigstenergiegebäude:** ein Gebäude, das eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei null liegende oder sehr geringe Energiebedarf ist nach Möglichkeit durch Energie aus erneuerbaren Quellen zu decken;

**strategische Maßnahmen:** ein förmlich eingerichtetes und verwirklichtes Regulierungs-, Finanz-, Fiskal-, Fakultativ- oder Informationsinstrument zur Schaffung eines unterstützenden Rahmens oder Auflagen oder Anreize für Marktteilnehmer, damit sie Energiedienstleistungen erbringen und kaufen und weitere energieeffizienzverbessernde Maßnahmen ergreifen;

**Unternehmen:** jede privatrechtlich organisierte und auf Dauer angelegte Organisation selbständiger wirtschaftlicher Tätigkeit, unabhängig davon ob es sich dabei um Endenergieverbraucher oder Endenergielieferanten handelt; verbrauchende Unternehmen, die zu mehr als 50% im Eigentum eines anderen Unternehmens stehen, sind dem Mutterunternehmen zuzurechnen;

**große Unternehmen:** Unternehmen, die nicht kleine oder mittlere Unternehmen sind;

**kleine Unternehmen:** Unternehmen mit höchstens 49 Beschäftigten und mit einem Umsatz von höchstens 10 Millionen Euro oder einer Bilanzsumme von höchstens 10 Millionen Euro;

**mittlere Unternehmen:** Unternehmen mit höchstens 249 Beschäftigten und mit einem Umsatz von höchstens 50 Millionen Euro oder einer Bilanzsumme von höchstens 43 Millionen Euro, soweit sie nicht kleine Unternehmen sind;

**Branchenverpflichtung:** eine auf zivilrechtlicher Basis zwischen Energielieferanten, Unternehmensvereinigungen und dem Bund geschlossene schriftliche Vereinbarung gemäß § 11, die der gemeinsamen Erfüllung und Administration von Energieeffizienzverpflichtungen dient.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> EEffG (idF v. 11.08.2014) §5

## 3.2. Entstehung bzw. Ziele und Richtwerte des EEffG

Das Erfordernis des Erlasses eines Bundesgesetzes hinsichtlich Energieeffizienz liegt darin begründet, einerseits eine nationale Umsetzung der europäischen Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU zu erreichen, sowie andererseits den österreichischen Energieverbrauch bis 2020 bzw. darüber hinausgehend, durch Beiträge der Energielieferanten, energieverbrauchenden großen Unternehmen und der öffentlichen Hand, auf 1050 PJ zu senken.<sup>45</sup>

Durch die Europäische Union wurden die Mitgliedsstaaten dazu verpflichtet, die europäische Richtlinie auf nationaler Ebene umzusetzen. Zu diesem Zweck wurde ein Gutachten-Entwurf im Mai 2014 im Wirtschaftsministerium beim Ministerrat und im Wirtschaftsausschuss eingebracht. Die Notwendigkeit solch eines Gesetzes war durchaus strittig, jedoch beschlossen am 9. Juli 2014 die SPÖ, ÖVP und die Grünen mit einer 2/3 Mehrheit das neue Gesetz.

Ziel der Republik Österreich ist es, bis zum 31. Dezember 2016 österreichweit anrechenbare Maßnahmen von mindestens 80,4 PJ<sup>46</sup> sowie ein kumulatives Endenergieeffizienzziel von 310 PJ, 159 durch Beiträge von Energielieferanten und 151 durch strategische Maßnahmen, durch anrechenbare Maßnahmen in den Jahren 2014 bis 2020 nachweisen zu können.<sup>47</sup>

## 3.3. Energiemanagement bei Unternehmen

Abhängig von ihrer Größe haben Unternehmen in Österreich von 2015 bis 2020 Energieeffizienzverbesserungen umzusetzen, zu dokumentieren und bei der Energieeffizienz – Monitoringstelle bekanntzugeben.<sup>48</sup>

Unterteilt wird in große Unternehmen, kleine und mittlere Unternehmen.

➤ „Große Unternehmen müssen entweder

- ein Audit durch einen externen Experten regelmäßig, spätestens alle 4 Jahre, durchführen lassen oder
- ein zertifiziertes Managementsystem (Energiemanagement gemäß EN 16001 oder ISO 50001 bzw. Nachfolgenormen oder Umweltmanagement gemäß ISO 14000

<sup>45</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §4 Abs.1 Z1

<sup>46</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §4 Abs.1 Z4

<sup>47</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §4 Abs.1 Z3

<sup>48</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §9 Abs. 1

*oder Nachfolgenormen oder ein diesen gleichwertiges System) einführen. Diese müssen jedoch regelmäßige interne und externe Energieaudits umfassen.“<sup>49</sup>*

Weiters sind große Unternehmen verpflichtet Anwendungsbereiche und Grenzen des gewählten Managementsystems zu definieren und zu dokumentieren bzw. den Ablauf und die Ergebnisse von Energieaudits ebenfalls zu dokumentieren.

Ebenso sind die Einführung solcher Managementsysteme und Durchführungen, Inhalt und Ergebnisse von Energieaudits an die nationale Energieeffizienz - Monitoringstelle bekanntzugeben bzw. durch externe Prüfungsunternehmen bekannt zu geben.<sup>50</sup>

➤ *„Kleine oder mittlere Unternehmen können*

- Energieberatungen durchführen lassen und diese in regelmäßigen Abständen, längstens alle 4 Jahre, wiederholen*
- Durchführung, Inhalt und Erkenntnisse aus Energieberatungen dokumentieren und diese der nationalen Energieeffizienz - Monitoringstelle bekanntgeben“<sup>51</sup>*

### 3.3.1 Verpflichtungen

Das EEffG sieht parallel zur Verpflichtung der Unternehmen zur Schaffung, Erhaltung und Erweiterung von energieeffizientem Umgang, auch eine Vorbildfunktion des Bundes vor. In den §§ 12 und 13 wird der Bund angehalten eine Förderung von Energieeffizienz durch Maßnahmen und Anreize für Unternehmen zu gestalten und in geeigneter Weise über Rechte (zB. verfügbare Energieeffizienzmechanismen, mögliche Förderungen sowie finanzielle und rechtliche Rahmenbedingungen) und Pflichten zu informieren. In weiteren Schritten stellt der Bund den Unternehmen und Energiedienstleistern Kriterien für Musterverträge zur Verfügung und entwickelt Programme um hochwertige Energieaudits, gegen Entgelt, auch für Endkunden (kleine und mittlere Unternehmen sowie Privathaushalte) zu ermöglichen.<sup>52</sup>

---

<sup>49</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §9 Abs. 3

<sup>50</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §9 Abs. 2

<sup>51</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §9 Abs. 3

<sup>52</sup>EEffG (idF v. 11.08.2014) §12

## 4. Einsparungspotentiale

In der heutigen Zeit ist Energie eine Schlüsselressource für Wohlstand und wirtschaftlichen Wachstum unserer Gesellschaft. Es gibt jedoch sehr viele Möglichkeiten Energie effizienter zu nutzen, dazu gehört unter anderem die Gebäudesanierung durch Wärmedämmung oder durch den Einbau einer modernen Heizungsanlage.<sup>53</sup>

### 4.1. Einsparungspotentiale bei Unternehmen

Es lässt sich auch durch verschiedene Optimierungsmaßnahmen wie etwa verbesserte Energieanwendung im Produktionsprozess signifikante Kosteneinsparungen realisieren. Eine sparsame sowie eine effiziente Energieverwendung ist eine emissionsrechtliche Pflicht eines produzierenden Unternehmens, da dadurch Schadstoffemissionen minimiert werden und die Umwelt weniger belastet wird. Bei kleinen und mittelständischen Betrieben wird die Energiewirtschaft meistens nur von einer Person betreut. Dabei fehlt oft die Zeit sich mit effizienzsteigernden Maßnahmen auseinander zu setzen, wodurch aber große Potentiale ungenützt bleiben. Da heutzutage Energiekosten einen beträchtlichen Wert darstellen, lohnt es sich für jeden Unternehmer diese Kosten genauer zu betrachten. In Abhängigkeit der Branche lassen sich die Kosten für den Energieverbrauch senken. Bei Unternehmen mit einer energieintensiven Produktion wie z.B. bei einer Fleischerei wo ein hoher Warmwasserbedarf sowie auch ein hoher Kältebedarf bestehen, können größere Einsparungen realisiert werden.<sup>54</sup> Der Energieverbrauch in den einzelnen Betrieben beziehungsweise Branchen kann sehr unterschiedlich sein. Jedoch werden in jedem Unternehmen, Strom für Beleuchtung beziehungsweise Bürogeräte sowie Raumwärme benötigt. In Abhängigkeit der eingesetzten Energiesysteme sowie Energiebedarfsstrukturen lassen sich hier größere oder kleinere Einsparungspotentiale realisieren. Abgrenzungen für einzelne Branchen lassen sich somit nur schwer bestimmen. Es gibt zahlreiche organisatorische wie technische Maßnahmen, mit denen sich Veränderungen vornehmen lassen. Am Anfang jeder Energieeffizienzsteigerung steht die Energieanalyse. Dabei ist es wichtig zu wissen, wo Energie verbraucht wird, um somit die betroffenen Systeme genauer analysieren zu können. In Folge dessen sollte der Energiebedarf erfasst und danach den einzelnen Energieverbrauchern zugeordnet werden. Um den Energieverbrauch transparenter zu machen sollten die Energieträger wie

---

<sup>53</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.6

<sup>54</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.8

Wasser, Strom und Gas regelmäßig erfasst werden. Die hierbei gewonnenen Daten sollen am besten monatlich verglichen werden, um mögliche Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen. Dadurch können Fehlerquellen sehr schnell erkannt und beseitigt werden. Des Weiteren wird durch eine permanente Konfrontation mit Energiekosten der sparsame Umgang damit gefördert. Um bessere Aussagen treffen zu können empfiehlt es sich Energiekennzahlen wie zum Beispiel kWh/kg zu verwenden, da man sonst nur Absolutwerte, wie den gesamten Monatsverbrauch zur Verfügung hat. Bei der Gebäudeheizung werden Kennzahlen für die beheizte Fläche gebildet, die anschließend mit Literaturwerten verglichen werden können. Häufig können durch organisatorische Maßnahmen beträchtliche Einsparungen erreicht werden. Beispiel hierfür wären eine bedarfsgerechte Beleuchtungsnutzung oder die Nutzung von Zeitschaltuhren bei Bürogeräten oder auch eine wirtschaftliche Tourenplanung bei Kundenfahrten.<sup>55</sup>

#### 4.1.1 Umweltfreundliche sowie verlustfreie Wärmebereitstellung

Durch folgende Punkte kann die Wärmebereitstellung effizienter gestaltet werden:

- unnötiger Betrieb der Heizung, wie zum Beispiel, in den Sommermonaten vermeiden, um so unnötige Warmhalteverluste, sowie den damit unnötigen Pumpeneinsatz zu minimieren
- an den arbeitsfreien Tagen sowie in der Nacht sollte eine Temperaturabsenkung vorgenommen werden, da hier kein Bedarf an Wärme vorliegt
- eine gute Isolierung der Warmwasserleitungen, damit die Wärme verlustfrei dort hingeleitet wird, wo sie benötigt wird
- Installation eines Raumtemperaturfühlers, um eine Anpassung an die jeweiligen Gegebenheiten zu ermöglichen (Werkstatt oder Büroraum)
- Wärmeverluste durch Dauerlüftung oder offene Türen vermeiden. Für eine ausreichende Sauerstoffversorgung genügt Stoßlüften<sup>56</sup>

Eine Strahlungsheizung kann alternativ zu einer Warmluft oder Wassenumlaufheizung verwendet werden. Insbesondere bei Hallen ist diese Art der Raumwärmebereitstellung sinnvoll, da hierbei die Wärmeverluste erheblich reduziert werden. Hierbei ist auch ein großer Vorteil, dass auch nur bestimmte Arbeitsbereiche beheizt werden können. 60 % bis 70 % der Wärme wird durch Strahlung übertragen, die restlichen 30 % -40 % Prozent werden durch Konvektion - Teilchenbewegung an die Umgebungsluft übertragen. Hierbei

---

<sup>55</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.9

<sup>56</sup>[http://www.energieschweiz.ch/de-ch/suchen.aspx?search=energieeffizienz im Haushalt#publications](http://www.energieschweiz.ch/de-ch/suchen.aspx?search=energieeffizienz%20im%20Haushalt#publications), 01.03.2014



wird ohne erwärmen der Luft der gewünschte Gegenstand erhitzt. Eine Deckenstrahlheizung ist um bis zu 30 % sparsamer als statische Heizflächen. So werden auch die Einrichtungsgegenstände an der Oberfläche um bis zu 3 °C über Raumniveau erhöht, wodurch auch die Luft erwärmt wird. So wird die wahrgenommene Wärme für den Menschen um 3 °C höher empfunden als die tatsächliche Raumtemperatur ist.<sup>57</sup>

#### 4.1.2 Abgasverlust

Vor allen bei älteren Heizungen sollte der Abgasverlust nicht unbeachtet bleiben. Dieser Wert wird jährlich vom Rauchfangekehrer gemessen und ist ein Indikator für die Abwärme die ungenutzt bleibt und somit verloren geht. Diesbezüglich sollte dieser Wert mindestens einmal jährlich gemessen werden um bei zu hohen Werten die notwendigen Maßnahmen treffen zu können. Für Öl sowie Gasfeueranlagen werden Grenzwerte angegeben.<sup>58</sup>

<b>Leistung</b>	<b>Grenzwert für Abgasverlust</b>
<b>4 – 25 kW</b>	<b>11%</b>
<b>25 – 50 kW</b>	<b>10%</b>
<b>größer 50 kW</b>	<b>9%</b>

Abbildung 7: Grenzwerte für Abgasverlust bei Heizungen

<sup>57</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.10

<sup>58</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.11

### 4.1.3 Umwälzpumpen

In Österreich und Deutschland werden rund 3,5 % der elektrischen Energie bei Heizungsumwälzpumpen verbraucht. Durch einfache Maßnahmen kann man hier den Energieverbrauch deutlich senken. Da Heizungen außerhalb der Heizperiode kaum genutzt werden, aber die Pumpen durchlaufen, gehen hier bis zu 40 % mehr an Strom verloren. Durch eine Pumpenabschaltung am Ende der Heizperiode kann man hier entgegenwirken. Eine weitere Möglichkeit um den Stromverbrauch bei den Umwälzpumpen zu verringern ist die Anwendung der drehzahlgeregelten Umwälzpumpe. Hier kann die Leistung in mehreren Stufen abgerufen werden um diese auf den optimalen Wert zu senken. Durch die Senkung der Drehzahl wird somit weniger Leistung und auch weniger Strom benötigt.<sup>59</sup> Auf Grund der Energiesparverordnung dürfen nur mehr Umwälzpumpen mit einer mindestens Dreistufenregelung verbaut werden (über 25kW). Nach heutigem Stand der Technik werden allerdings ausschließlich nur mehr vollautomatisch drehzahlgeregelte Pumpen in Heizungsanlagen verbaut. Die Leistung der Pumpe richtet sich nach verschiedenen Parametern wie Temperatur, Zeit und Druckdifferenz, um so den Bedarf an Energie optimal zu bestimmen. Die neueste Pumpengeneration wird mit EC - Motor (elektrisch kommutierter Synchronmotor) angetrieben. Diese Pumpenvariation hat sowohl im Teillastbereich als auch im Volllastbetrieb einen sehr hohen Wirkungsgrad und kann stufenlos geregelt werden. Die Kosten einer EC - Hocheffizienzpumpe sind im Schnitt um 15 % höher als bei einer AC - Elektronikpumpe. Im Vergleich zu einer geregelten Standardpumpe ist eine EC - Hocheffizienzpumpe um das doppelte teurer, spart jedoch beim Stromverbrauch um bis zu 70 %. Aus diesem Grund liegt die Amortisationszeit dieser Pumpe bei wenigen Jahren. Ein weiterer Vorteil dieser Pumpe ist der leise und wartungsarme Betrieb.<sup>60</sup>

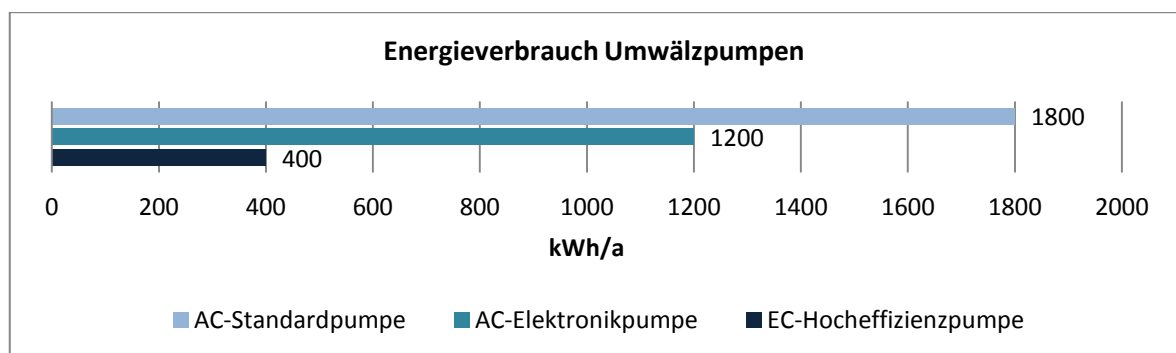


Abbildung 8: Energieverbrauch bei Umwälzpumpen

<sup>59</sup><http://www.energie.ch/umwaelzpumpe>, 10.05.2015

<sup>60</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.12

#### 4.1.4 Alternativer Brennstoff

In den meisten Betrieben werden Heizkessel mit Gas, Flüssiggas oder Heizöl verwendet, obwohl es durchaus Sinn machen kann einen Teil der Energie bzw. die ganze Energie durch regenerativen Brennstoff zur Verfügung zu stellen. Da bei Holzverarbeitenden Betrieben eine große Menge Holzabfälle anfallen, werden hier bereits diese als Brennstoff für ihre Heizungsanlagen verwendet. Diese Art der Kessel sind in der Anschaffung teurer als konventionelle Feuerungssysteme. Diese bieten jedoch den Vorteil, dass der Brennstoff um einiges billiger ist. Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets sind nicht so großen Preissteigerungen wie fossile Energieträger unterworfen. Im Wesentlichen hängt die energetische Eigenschaft des Holzes von der Holzart und der Holzfeuchte ab. In diesem Zusammenhang ergeben sich auch die unterschiedlichen Heizwerte der diversen Holzsorten. Der eingesetzte Brennstoff bestimmt die Menge des Brennstoffes, sowie die Form des Brennraumes der Feuerungsanlage.

Scheitholz ist Holz aus der Forstwirtschaft und wird in manuell beschickten Feuerungsanlagen wie zum Beispiel Kachelöfen, Tischherde oder Stückholzöfen verwendet.<sup>61</sup>



Abbildung 9: Scheitholz

---

<sup>61</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.13

Als Hackschnitzel bezeichnet man zerkleinerte Holzstücke mit einer Größe zwischen 2 und 8cm. Verwendung finden diese Holzhackschnitzel in Klein- und Großfeuerungsanlagen. Der Vorteil dieses Brennstoffes besteht darin, dass er leicht transportiert, sowie gelagert werden kann, auch die Brennstoffzufuhr kann man sehr gut regeln.



Abbildung 10: Hackschnitzel

Eine weitere Art der erneuerbaren Energieträger stellen die Holzpellets dar. Sie bestehen aus getrockneten Sägespänen bzw. Sägemehl. Diese werden unter hohem Druck in die gewünschte Form gepresst, als Bindemittel wirkt der im Holz enthaltene Inhaltsstoff Lignin. Auf diese Weise können entweder Holzpellets oder Briketts hergestellt werden. Verwendung finden Holzpelletsfeuerungsanlagen meist in Kleinanlagen bis ca. 300kW.<sup>62</sup>



Abbildung 11: Pellets

---

<sup>62</sup>Geitman, Sven: Erneuerbare Energien&Alternative Kraftstoffe: Mit neuer Energie in die Zukunft,-2.Aufl. – Kremmen, 2005, S.155

### 4.1.5 Warmwasseraufbereitung

Da die Warmwasseraufbereitung direkt in einem Durchlauferhitzer oder über eine Zentralheizung aufbereitet werden kann, stellt sich die Frage welche für den jeweiligen Zweck sinnvoller erscheint. Wenn nur eine geringe Menge an Warmwasser benötigt wird, scheint es nicht als sinnvoll, eine zentrale Aufbereitung zu verwenden, da durch große Speicher, als auch durch Rohrleitungen, hohe Wärmeverluste zu erwarten sind. Wird jedoch anhand der verbrauchten Menge an Warmwasser eine zentrale Aufbereitung verwendet, so ist darauf zu achten, dass die Umwälzpumpen nur in der Arbeitszeit betrieben werden. Eine gute Rohrisolierung verbessert des Weiteren die Wärmeverluste. Bei kleinen Warmwassermengen bietet sich ein Durchlauferhitzer an, welcher auch zusätzlich noch mit einer Zeitschaltuhr bestückt werden kann.<sup>63</sup>

### 4.1.6 Wärmerückgewinnung

Besonders bei Produktionsprozessen fällt in vielen Unternehmen Abwärme als Nebenprodukt an, hier kann man z.B. die warme Luft über eine Luftwärmepumpe sinnvoll nutzen. Auch wenn im Betrieb warmes Abwasser entsteht kann dieses sinnvoll genutzt werden. Pauschal betrachtet kann man sagen, dass in jedem Unternehmen wo Abwärme entsteht, diese Abwärme auf eine weitere Nutzung untersucht werden sollte.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup>Hilgers, Claudia: Wegweiser Energiesparen im Haushalt,-Berlin, 2007, S.81

<sup>64</sup>Nitsch, J.; Luther, J.: Energieversorgung der Zukunft: Rationelle Energienutzung und erneuerbare Quellen – Berlin-Heidelberg, 1990, S.21

## 4.2. Effizienterer Stromeinsatz in Unternehmen

In jedem Unternehmen ist neben dem Energieverbrauch für die Raumwärme auch ein bestimmter Stromverbrauch gegeben. Der Strom wird im Regelfall für Beleuchtung, Kompressoren, Bürogeräte oder Produktionsmaschinen verwendet.<sup>65</sup> Unter der normalen Arbeitszeit liegt eine bestimmte Grundlast vor, durch das Einschalten bestimmter Maschinen treten so Leistungsspitzen auf. Für das Stromnetz stellt dieser Verbrauch eine erhöhte Belastung dar, weshalb diese Spitzen minimiert werden sollten. Maßnahmen hierfür wären zum Beispiel verschiedene Anlaufzeiten der Hauptstromverbraucher. Eine weitere Möglichkeit ist die Definition einer Leistungsgrenze, das bedeutet, dass bei der Erreichung einer Leistungsgrenze einzelne nicht unbedingt benötigte Stromverbraucher abgeschaltet werden. Ein Beispiel hierfür wäre die Druckluftherzeugung, da hier der Druckluftbedarf über einen zentralen Speicher gedeckt werden könnte. Des Weiteren kann durch eine Kompensationsanlage der Blindstrom für eine Entlastung des Netzes sorgen. Hierbei werden die Spannungsspitzen zwischen Kondensator und Verbraucher ausgeglichen und dadurch das Netz entlastet. Blindstrom wird in der Regel von induktiven Stromverbrauchern wie zum Beispiel bei Asynchronmotoren verwendet um ein Magnetfeld zu erzeugen. Dieser Stromanteil kann daher nicht genutzt werden, da er nicht in eine direkte Wirkleistung umgewandelt wird.<sup>66</sup>

## 4.3. Bedarfsgerechter Einsatz von Leuchtmitteln

In Unternehmen werden verschiedene Anforderungen an die Beleuchtung gestellt, in erster Linie sollte der Arbeitsplatz bedarfsgerecht ausgestattet sein um eine bestmögliche Umgebung zu schaffen.<sup>67</sup> Grundanforderungen sind unter anderem Leuchtdichte Verteilung, Blendung, Lichtfarbe sowie eine wirtschaftliche Umsetzung. In den meisten Fällen wird der Fehler gemacht, dass auch wenig genutzte Bereiche andauernd beleuchtet werden oder mit einer nicht erforderlichen Beleuchtungsstärke ausgeleuchtet werden. Eine bedarfsgerechte Beleuchtung kann man durch verschiedene Optionen realisieren. Durch den Einsatz von Bewegungsmeldern oder Tageslichtsensoren oder auch durch kürzere Einschaltzeiten kann man eine signifikante Energiereduktion bewirken. Da je nach Jahres – bzw. Tageszeit ein unterschiedlicher Lichtbedarf besteht, empfiehlt sich die Anbringung eines Lichtwertschalters. Dieser regelt mit Hilfe eines

---

<sup>65</sup>Hesselbach, Jens: Energie und klimaefiziente Produktion-Wiesbaden,2012, S.12

<sup>66</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.20

<sup>67</sup>Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion : Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014, S.228

Lichtsensors die gewünschte Beleuchtungsstärke, indem er im gewünschten Bereich die Beleuchtung an - oder ausschaltet. Ein häufiges Problem bei der vorhandenen Beleuchtung ist, dass sie oft veraltet ist und daher nicht dem Stand der Technik entspricht<sup>68</sup>. Moderne Beleuchtungsmittel haben eine höhere Lebensdauer und reduzieren auch nachhaltig den Stromverbrauch. Bei den Leuchtstofflampen unterscheidet man im Wesentlichen zwischen Standardlampen und Dreibandlampen. Bei der Dreibandlampe wird mit gleicher Anschlussleistung gegenüber der Standardlampe ein höherer Lichtstrom erreicht. Dadurch wird ein höherer Wirkungsgrad generiert, wodurch die gleiche Beleuchtung mit weniger Lampen erzielt werden kann. Da Leuchtstofflampen mit einer negativen Spannungskennlinie betrieben werden, benötigen Sie ein Vorschaltgerät. Ein neues elektronisches Vorschaltgerät benötigt ca. 20 % weniger Anschlussleistung als ein konventionelles, verlustarmes Vorschaltgerät.

<b>Leuchtstofflampe</b>	<b>Standardlampe</b> <b>Lichtfarbe 11</b>	<b>Dreibandlampe</b> <b>Lichtfarbe 31,21</b>
18 Watt, 590mm	1.100 lm	1.350 lm
36 Watt, 1200mm	2.600 lm	3.350 lm
58 Watt, 1500mm	4.100 lm	5.200 lm

Abbildung 12: Lichtstromvergleich, lm=Lumen, Quelle: Osram

Wesentliche Vorteile einer modernen Beleuchtungsanlage:

- weniger Verlustleistung
- zusätzliche Starteinrichtungen nicht mehr erforderlich
- gute Regelbarkeit der Lichtstärke durch Dimmer
- defekte Lampen werden automatisch abgeschaltet
- eine um ca. 50 % höhere Lebensdauer der Beleuchtung
- eine Blindstromkompensation ist nicht mehr erforderlich
- durch hochfrequente Spannung ist die Lichtquelle flimmerfrei

<sup>68</sup>Müller, Egon;Engelmann, Jörg; Löffler, Thomas; Strauch, Jörg: Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben.-Heidelberg, 2009, S.188



Auf Grund dieser Vorteile sollten bei Neuinstallationen Leuchtstofflampen mit einem elektronischen Vorschaltgerät zum Einsatz kommen. Die Erstinvestition einer Leuchte mit elektronischem Vorschaltgerät beträgt ca. 40 €, mehr als bei einer konventionellen Lampe, dieser Mehrbetrag wird jedoch über eine längere Lebensdauer sowie über einen geringeren Stromverbrauch relativ schnell amortisiert. Es besteht auch die Möglichkeit bestehende Lampen mit einem elektronischen Vorschaltgerät nachträglich auszustatten. Dafür wird ein entsprechender ein Träger in eine bestehende Fassung eingesetzt.<sup>69</sup>



Abbildung 13: Leuchtstoffröhre mit Nachrüstsistem

### Vergleich zwischen Energiesparlampen und Glühlampen

Obwohl die meisten Glühlampen schon durch moderne Energiesparlampen ersetzt werden könnten, schrecken hier die relativ hohen Anschaffungskosten ab. Bei näherer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass ab einer Benutzungsdauer von 500 h/a die Verwendung einer Energiesparlampe sinnvoll ist. Bei einer Glühbirne werden lediglich 5 % des eingesetzten Stromes in Licht umgewandelt, die restlichen 95 % gehen als Wärmeenergie verloren.<sup>70</sup> Energiesparlampen zeichnen sich außerdem durch eine höhere Lebensdauer aus. In der Regel beträgt die Lebensdauer einer Energiesparlampe zwischen 10.000 – 12.000 Stunden, also das zehn bis zwölfwache einer normalen Glühbirne.

<sup>69</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.22

<sup>70</sup>Fischer, Rolf; Linse, Hermann: Elektrotechnik für Maschinenbauer: Mit Elektronik, elektrischer Messtechnik, elektrischen Antrieben und Steuerungstechnik.- 14.Aufl.- Wiesbaden, 2012, S.10





Energiesparlampe	Glühlampe
	
7 Watt	40 Watt
11 Watt	60 Watt
15 Watt	75 Watt
20 Watt	100 Watt

Abbildung 14: Vergleich Energiesparlampe – Glühlampe

#### 4.4. Effiziente Drucklufterzeugung

In beinahe jedem Unternehmen wird Druckluft für die zu bewerkstellenden Arbeitsprozesse benötigt. Da Druckluft eine der teuersten Energieformen ist, lohnt es sich besonders hier für eine optimale Druckluftaufbereitung zu sorgen. Für die Herstellung von 1 kWh Arbeit müssen ca. 20 kWh elektrische Energie aufgebracht werden. Effizienzsteigernde Maßnahmen können bei der Drucklufterzeugung bereits bei der Investition getätigt werden. Dabei sollte man beachten, dass sich eventuelle Mehrkosten eines Gerätes schnell amortisieren können, da rund 75 % der jährlichen Kosten Verbrauchskosten sind. Eine exakt, auf den Betrieb abgestimmte Kombination aus Filtersystemen und Trocknern gewährleisten eine optimale Druckluftqualität. Durch eine optimale Dimensionierung lassen sich die Energiekosten erheblich verringern. Bei weit auseinander liegenden Druckluftanschlüssen sollte eine dezentrale Drucklufterzeugung in Erwägung gezogen werden, da hier sonst durch unnötig lange Rohrleitungen erhebliche Druckluftverluste durch Leckagen auftreten können.<sup>71</sup>

<sup>71</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.25

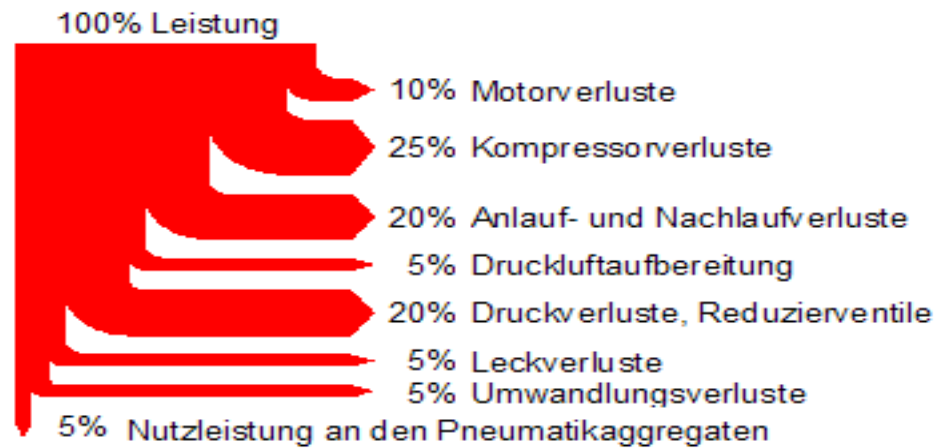


Abbildung 15: Energiefluss in einer Druckluftanlage

Bei der Druckluftherzeugung sind wassergekühlte Kompressoren den luftgekühlten Kompressoren vorzuziehen, da die Kühlkosten um bis zu 30 % geringer sind. Des Weiteren sollten die Apparate in einer kühlen Umgebung aufgestellt werden da hier von Grund auf eine bessere Wärmeabfuhr vorliegt.<sup>72</sup>

### Druckluftverlust

Die fertig erzeugte Druckluft muss über Rohrleitungen zu den Verbrauchsstellen gelangen, hierbei kann durch zu enge Rohrquerschnitte als auch durch zu viele Rohrkrümmungen ein erheblicher Druckverlust entstehen.<sup>73</sup>

### Wartung

Da Kompressoren die Umgebungsluft ansaugen ist darauf zu achten, dass die Luftfilter regelmäßig gewechselt werden, um so einen optimalen Luftdurchsatz zu ermöglichen. Verunreinigte Luftfilter beeinträchtigen die Effizienz des Kompressors und verursachen so einen höheren Energiebedarf. Um einen möglichst niedrigen Energiebedarf zu bewerkstelligen, sollte der Verdichtungsdruck nur leicht oberhalb des benötigten Druckniveaus gehalten werden. Durch eine höhere Verdichtung wird für den Antrieb weitere elektrische Energie benötigt. Pro Bar höher verdichteter Luft spricht man von ungefähr 7 % Mehrkosten für den dafür zu verbrauchenden Strom.<sup>74</sup>

<sup>72</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.25

<sup>73</sup>Feigenspan, H.; Pesch, J.: FMA/Pokorny: Taschenbuch für Druckluftbetrieb.- 7.Aufl.- Berlin Heidelberg, 1954, S.108

<sup>74</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.26

## Druckluftspeicher

Um Druckluftschwankungen im Rohrleitungsnetz auszugleichen kann jeder Kompressor mit einem Druckluftspeicher ausgestattet werden. Dieser soll unter anderem auch auftretende Spitzenlasten im Druckluftnetz ausgleichen um einen reibungslosen Produktionsprozess zu ermöglichen.

## Leckagen

Da Leckagen eines Druckluftsystems nicht als Sicherheitsmängel gelten oder gar eine Umweltproblematik darstellen, verwundert es wenig, dass in Betrieben Druckluftverluste nicht größer beachtet werden, doch diese Druckluftverluste können bis zu 50 % betragen. Deshalb sollte im Betrieb auf folgende Punkte genaueres Augenmerk gelegt werden:

- von Korrosion angegriffene Rohrleitungen
- undichte Flanschverbindungen oder Schraubverbindungen
- undichte Steckkupplungen oder Schläuche
- defekte Filter oder Trockner
- defekte Schwimableiter (Durch Kondenswasser steigt der Schwimmer und öffnet so das Ablassventil, wodurch das Kondensat abfließen kann)

Um Leckagen aufspüren zu können genügt meist ein Rundgang durch den Betrieb, hier kann auf Grund der ausströmenden Luft die undichte Stelle relativ schnell lokalisiert werden. Da jedoch Druckluftnetze nie zu 100 Prozent dicht sind, sollte man bereits bei der Druckluftherzeugung entsprechend eingreifen. Da in den meisten Fällen in der Nacht, als auch am Wochenende, keine Druckluft benötigt wird, sollte man durch entsprechende Steuerungen entweder den Kompressor deaktivieren können bzw. das Druckluftnetz vom Druckluftspeicher über ein Magnetventil trennen können, um hier unnötige Leckagen zu vermeiden. Um den Betrieb der Kompressoren zu optimieren empfiehlt es sich den Einbau einer automatischen Steuerung, diese soll dafür sorgen, dass der Kompressor gleichmäßig ausgelastet ist.<sup>75</sup>

---

<sup>75</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.26

### Nebenprodukt von Kompressoren

Bei einem Schraubenkompressor lassen sich beinahe 90 % der zugeführten elektrischen Energie in Form von Wärme rückgewinnen. Hier kann man zwischen Luft oder Wasser als Übertragungsmedium wählen. Mit der hier als Nebenprodukt entstandenen Wärme kann man kostengünstig Raumwärme oder Brauchwasser erzeugen. Am einfachsten lässt sich die direkt entstandene warme kühl - Luft des Kompressors zur Bereitstellung von Raumwärme nutzen. Eine weitere Möglichkeit wäre der Einbau eines Wärmetauschers in den Kühlkreislauf des wasser - oder luftgekühlten Kompressors. Die hier entstandene Abwärme kann für die Wasseraufbereitung als auch für Raumwärme verwendet werden, da die hier entstehende Wassertemperatur um die 70°C beträgt.<sup>76</sup>

Bei 8.000 Betriebsstunden pro Jahr und einem Stromtarif von 5 Ct/kWh<sub>el</sub> ergeben sich beispielsweise folgende durch Leckagen bedingte Kosten:

Lochdurchmesser	Luftverlust bei 7bar Betriebsüberdruck	Leckagebedingte Jahresenergiekosten *
1mm	1,2l/s	144€
2mm	5,0l/s	600€
3mm	11,2l/s	1344€
4mm	19,8l/s	2356€
6mm	44,6l/s	5352€
10mm	124,0l/s	14880€

Abbildung 16: Leckagebedingte Kosten einer undichten Druckluftanlage

<sup>76</sup>Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006, S.27

## 5. Energieeffizienz an Hand des Kostenvergleichs zwischen Pellets-, Öl- und Wärmepumpenanlagen

### 5.1 Die Pelletheizung

Bei diesen Heizungsanlagen werden sogenannte Holzpellets verfeuert, dieser Brennstoff wird aus Holz beziehungsweise aus Sägenebenprodukten hergestellt. Das Holz hierfür wird meist aus regionalen Wäldern gewonnen. Es kommen verschiedene Ausführungen zum Einsatz. Je nach Größenklasse des Objektes werden Anlagen vom Kaminofen bis hin zu Zentralheizungen angeboten. Unter bestimmten Bedingungen ist der Einsatz von Pellets als Brennstoff sinnvoll. Jedoch sind für die Verwendung einer solchen Anlage einige bauliche Maßnahmen erforderlich, wie zum Beispiel, einen Lagerraum für die Pellets, sowie einige Anpassungsarbeiten im Heizraum und am Schornstein.<sup>77</sup>

#### 5.1.1 Vor- und Nachteile einer Pelletheizung

##### Vorteile von Pellets

- große Versorgungssicherheit, da es ein heimischer Brennstoff ist
- Stärkung der heimischen Wirtschaft durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze für die Pelletproduktion
- Unabhängigkeit von gas- oder ölexportierenden Ländern
- im Vergleich zu den fossilen Brennstoffen ist der Pelletpreis relativ stabil
- es ist weniger Energie für die Herstellung von Pellets notwendig, als bei fossilen Brennstoffen
- der Transport sowie die Förderung ist nicht so risikoreich wie bei Öl oder Gas
- keine Zwischenfälle, wie Umweltkatastrophen, bei der Förderung
- die Verbrennung ist sehr sauber und es entsteht nur sehr wenig Abfall
- Pellets sind geruchsneutral
- Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und bindet während seines Wachstums CO<sub>2</sub>, deshalb erfolgt die Verbrennung CO<sub>2</sub> neutral

---

<sup>77</sup>Krolkiewicz, Hans Jürgen: Kostengünstig bauen: Finanzierung, Planung, gesetzliche Vorschriften,- 1.Aufl. – Freiburg, 2015, S.240

## Nachteile von Pellets

- aufgrund der baulichen Maßnahmen fallen anfänglich höhere Kosten an als bei Öl oder Gasheizungen
- durch lange Transportwege der Pellets, kann sich die Umweltbilanz verschlechtern, daher sollten regionale Anbieter für die Pelletsanlieferung forciert werden
- der Platzbedarf einer Pelletsanlage sollte nicht unterschätzt werden (Lagerfläche, Fördereinrichtung sowie Förderschnecken sollten eingeplant werden)
- auch Holz lässt sich nicht grenzenlos nutzen, momentan wächst zwar mehr Holz in Österreich und Deutschland nach als verbraucht wird, jedoch kann durch den erhöhten Konsum die Nachfrage steigen, was zu einer Preiserhöhung führt<sup>78</sup>

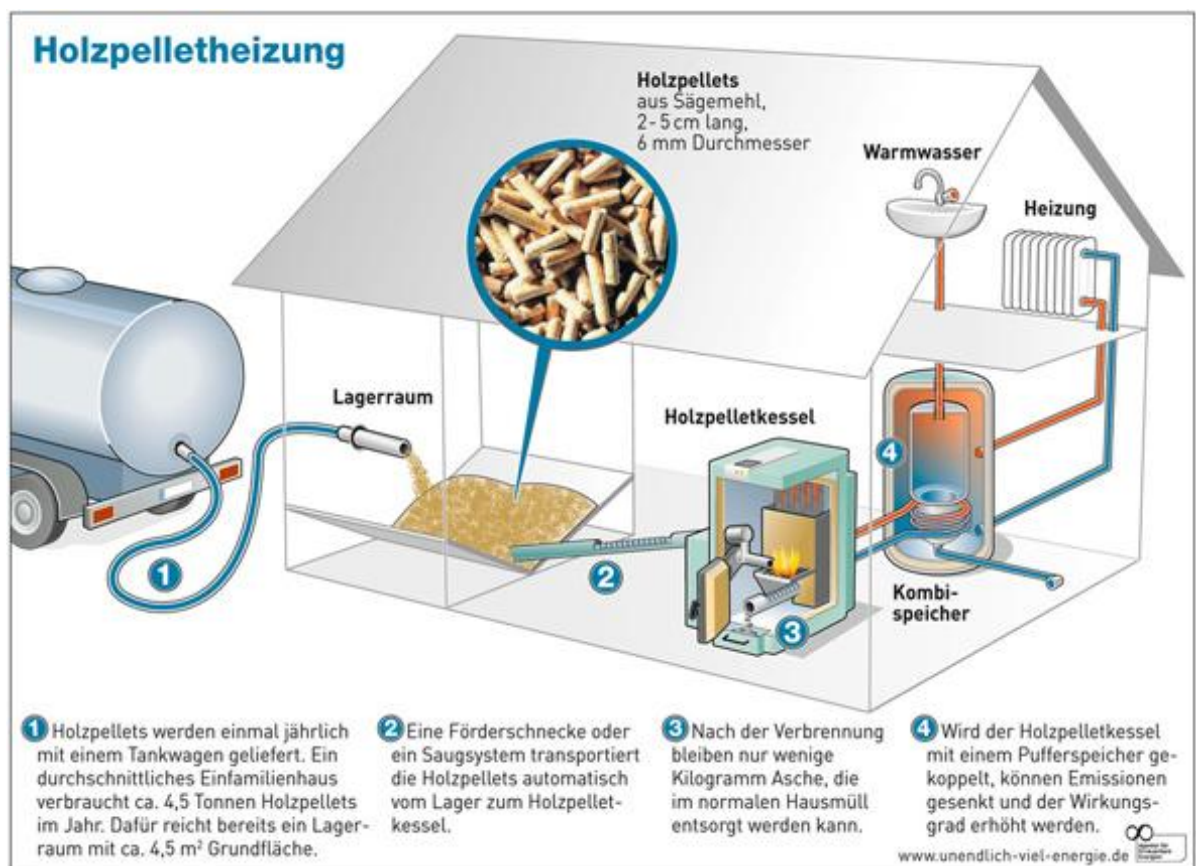


Abbildung 17: Aufbau einer Holzpellettheizung

<sup>78</sup><http://www.heizungsfinder.de/pellettheizung/einordnung/vorteile-nachteile>, 15-06-2015

## 5.1.2 Details zum Brennstoff Pellets

### Die Emission von Pellets

Pellets emittieren sehr wenig Feinstaub und Asche, deshalb ist es eine der umweltfreundlichsten Möglichkeiten zu heizen. Die Besonderheit ist, dass hier nur die Menge an CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, die während der Wachstumsphase im Holz eingelagert wurde.<sup>79</sup> Das hat zur Folge, dass die Verbrennung beinahe rückstandsfrei vonstattengeht, da auch sonst keine Zusatzstoffe beigemischt werden dürfen. Das bedeutet, dass bei der Verbrennung von 1 kg Pellets nur rund 5 g Asche entstehen. Die entstandene Asche kann problemlos als Dünger verwendet, oder im Hausmüll entsorgt werden.<sup>80</sup>

### DIN Pellet

Um eine gleichbleibend hohe Qualität der Pellets zu gewährleisten, wurde im Jahr 2010 die europaweit gültige EU - Norm - 14961-2 definiert. Hier wurden neben den wichtigsten Eigenschaften wie Durchmesser, Größe, Mindestheizwert auch Grenzwerte für den Schadstoffgehalt definiert. Zur Orientierung werden momentan 2 Normen verwendet, die EN Plus und die DIN plus Norm. Die EN-Plus Norm unterteilt in drei Güteklassen: EN-plusA1, EN-plusA2 sowie EN-B. Die Güteklasse EN-plusA1 ist die Güteklasse mit der höchsten Anforderung. Die anderen Klassen unterscheiden sich durch Merkmale wie Wassergehalt oder Durchmesser. Der Vorteil dieser Norm ist, dass die Pellets bis zum Hersteller zurück verfolgt werden können.

Die DIN plus Norm basiert auf der älteren DIN Norm welche geschaffen wurde um einen Vergleich zur Ö - Norm zu schaffen. Bei dieser Norm gibt es allerdings nur eine Güteklasse welche sich an der EU - Güteklasse A1 orientiert.<sup>81</sup>

---

<sup>79</sup>Watter, Holger: Regenerative Energiesysteme: Grundlagen, Systemtechnik und Analysen ausgeführter Beispiele nachhaltiger Energiesysteme.- 4Aufl.- Wiesbaden, 2015, S.211

<sup>80</sup>Katzschke, Klaus: Pellets-Heizung mit Erfahrung. 2.Aufl, 2015,S.11

<sup>81</sup><http://www.heizpellets24.at/holzpellets-sorten> abgerufen, 15-06-2015

### Die Normen im Vergleich

Prüfkriterium	Einheit	EN plus(A1, A2)	DIN plus
Durchmesser (d)	mm	5 bis 9	4 bis 10
Länge	mm	3,15 bis 40	< 5*d
Rohdichte	kg/dm <sup>3</sup>	>0,6	>1,12
Heizwert	kWh/kg	>4,5	>5,0
Heizwert	MJ/kg	16,5 bzw. 16,3, bis 19,0	>18
Abriebfestigkeit	%	<2,5	2,3
Wassergehalt	%	<10	<10
Aschegehalt	%	<0,7 bzw. <1,5	<0,5
Schwefelgehalt	%	<0,03	<0,04
Chlorgehalt	%	<0,02	<0,02
Stickstoffgehalt	%	<0,3 bzw. <0,5	<0,3
Presshilfsmittel	%	<2	<2
Externe Produktionskontrolle		Ja	Ja

Abbildung 18: Normenvergleich

### 5.1.3 Die Herstellung von Pellets

Der Hauptbestandteil von Holz - Pellets ist einerseits der Abfall aus der Holzverarbeitenden Industrie und andererseits Waldresthölzer. Unter Abfall versteht man Sägemehl, Schleifstaub oder Hobelspäne, die bei der Produktion entstehen. Der zweite Bestandteil ist das Waldrestholz, das bei der Durchforstung von Wäldern aufgesammelt wird. Ein großer Vorteil der Pelletsproduktion ist, dass die Herstellung sehr einfach ist. Diese Herstellung kann in folgende Punkte unterteilt werden.<sup>82</sup>

<sup>82</sup>Geitman, Sven: Erneuerbare Energien&Alternative Kraftstoffe: Mit neuer Energie in die Zukunft,-2.Aufl. – Kremmen, 2005, S.155



## Lieferung

Da das Holz für die Verarbeitung frei von unerwünschten Begleitstoffen sein muss, wird es vorher noch gründlich gereinigt, um so eine möglichst hohe Qualität zu erreichen. Um das unerwünschte Fremdmaterial wie Metall oder Steine zu entfernen, wird häufig eine Schwergutabscheidung verwendet. Wird das Holz in grobstückigen Holzresten geliefert, muss es für die Verarbeitung zu Pellets noch zerkleinert werden. Dabei werden die Holzstücke in einer Hammermühle zerkleinert, um so feine Schnitzel zu erhalten.<sup>83</sup>

## Die Trocknung des Holzes

Da für die Herstellung der Wassergehalt des Holzes nicht zu hoch sein darf, muss das Holz zuerst getrocknet werden. Die Holzfeuchte sollte im Regelfall zwischen 12 % und 14 % betragen. Den Zusammenhalt der einzelnen Pellets wird durch das im Holz befindliche Lignin und das im Holz enthaltene Harz gewährleistet. Sollten diese Stoffe nicht ausreichend im Holz vorhanden sein, wird in geringen Mengen „Stärke“ beigefügt.<sup>84</sup>

## Der Herstellungsprozess

Durch die Pressung in einer Pelletiermaschine werden die kleinen Presslinge „Pellets“ erzeugt. Dabei werden die Holzspäne unter hohem Druck und bei einer Verarbeitungstemperatur von 40 °C bis 50 °C durch eine Matrize gepresst. Die austretenden Holzwürste werden mit einem rotierenden Messer auf eine Länge von ca. 30 mm abgeschnitten. Nach dem eigentlichen Herstellungsprozess werden die Pellets noch gekühlt. Das Abkühlen gewährleistet die Stabilität der Pellets. Schlecht verdichtetes Material kann der Produktion nochmals zugeführt werden. Die abgekühlten Pellets werden meist in großen Silos zwischengelagert, wo diese anschließend lose oder in Säcken verpackt und verkauft werden.<sup>85</sup>

---

<sup>83</sup><http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/pellets/herstellung>,15-06-2015

<sup>84</sup><http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/pellets/herstellung>, 15-06-2015

<sup>85</sup><http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/pellets/herstellung> am 16-06-2015

## Die Herstellung von Holzpellets

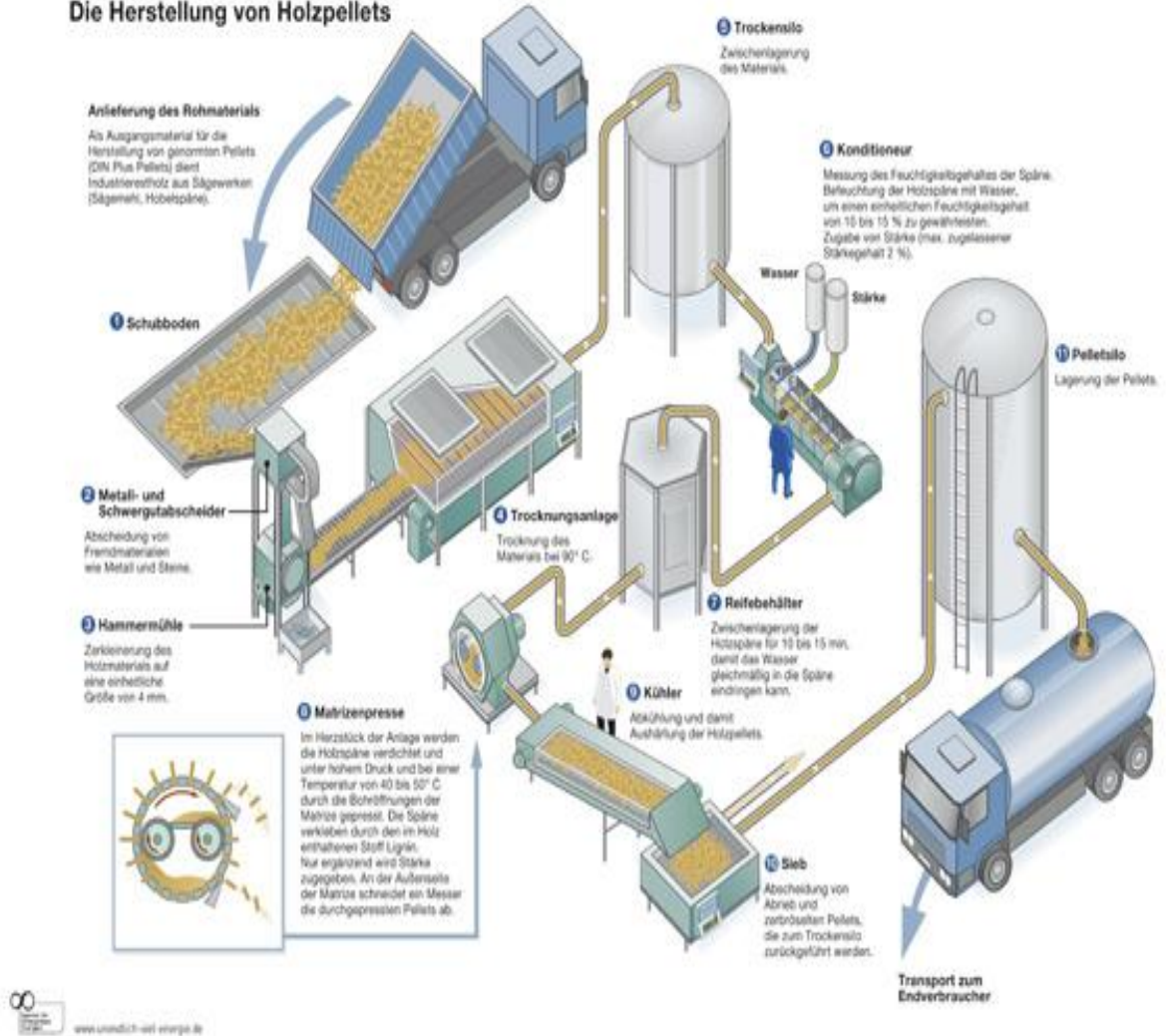


Abbildung 19: Die Herstellung von Holzpellets

### 5.1.4 Aufbau eines Pelletkessels

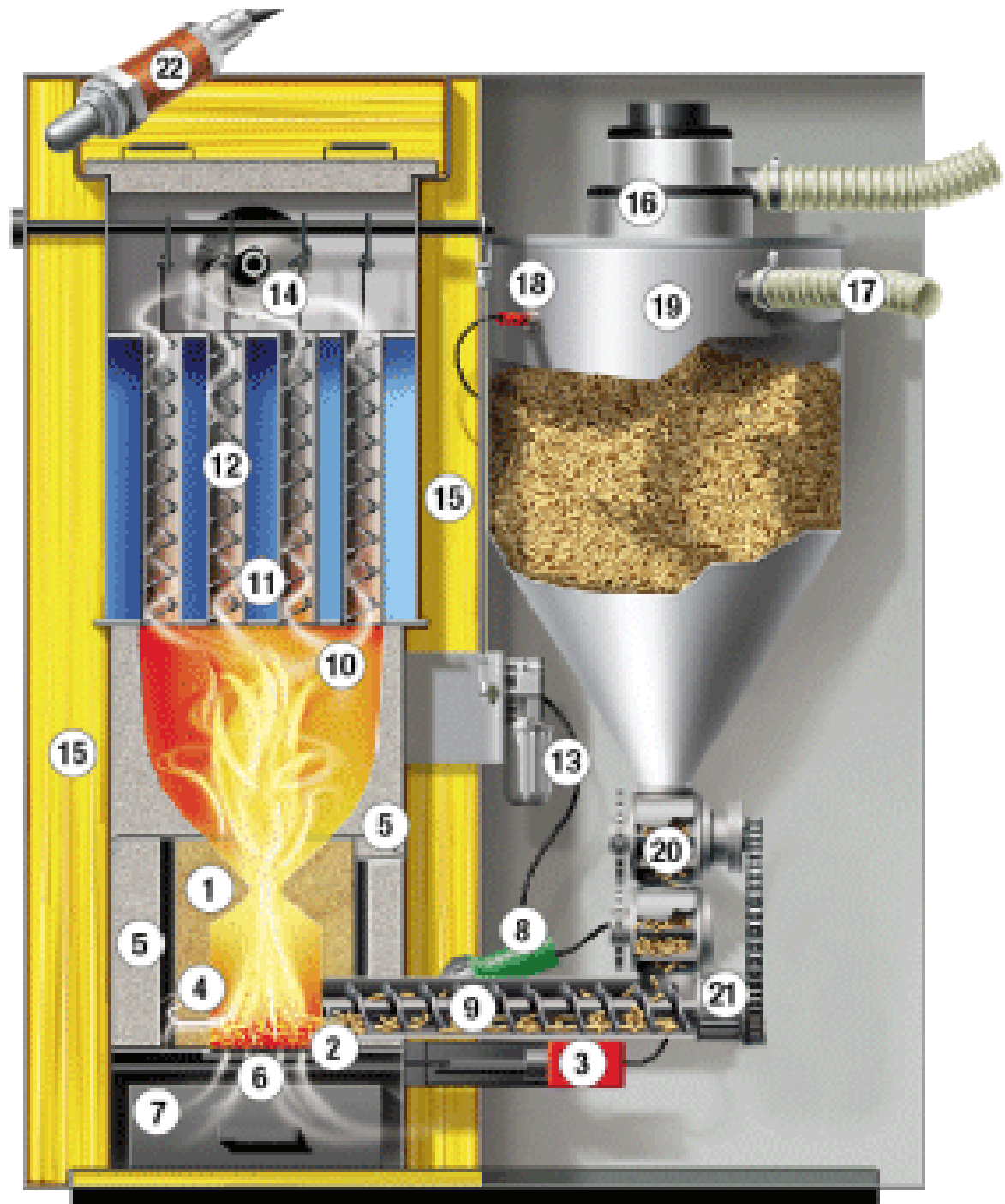


Abbildung 20: Aufbau eines Pelletkessels

- 1 vollschamottierte Brennkammer – Schamott hat eine hohe Wärmespeicherkapazität und hält auch sehr hohen Temperaturen stand
- 2 Schieberost – Die Asche wird über den automatischen Rost in die Aschelade transportiert und komprimiert
- 3 Motor für Schieberost
- 4 Sekundärluftstrom mit Einlasskanälen sowie Auslasskanälen
- 5 Hochtemperatur-Isolierplatten
- 6 Primärluft
- 7 Aschelade – Durch ein Verdichtungssystem wird der Aschebehälter bis zum Maximum genutzt umso längere Entleerungsintervalle zu schaffen
- 8 Automatische Zündung
- 9 Einbringschnecke
- 10 Zirkulationszone – hier werden die mitgerissenen Partikel durch den kreisenden Luftstrom der Hauptflamme zugeführt, was zu einer besseren Verbrennung beiträgt
- 11 Wärmetauscher – durch die Turbulatoren werden die heißen Abgase immer wieder an den Wärmetauscher gedrückt umso möglichst viel Energie nutzen zu können
- 12 Turbulatoren – dienen nicht nur der Abgasumlenkung, sondern werden auch für die Selbstreinigung verwendet
- 13 automatische Kesselputzeinrichtung
- 14 Saugzuggebläse – um einen kaminunabhängigen Unterdruck zu gewährleisten
- 15 Isolierung
- 16 Saugturbine
- 17 geschlossenes Saugsystem
- 18 Füllstandsmelder
- 19 Zyklon Vorratsbehälter
- 20 Doppel- Zellenrad- Dosierschleuse – hier wird der Brennstoff dosiert, gleichzeitig dient die Dosierschleuse als Rückbrandsicherung
- 21 Motor-Antriebseinheit
- 22 Lambda Sonde – Über die Lambda Sonde wird die optimale Brennstoffmenge für eine möglichst effiziente Verbrennung ermittelt

## Funktion eines Pelletkessels

Im Wesentlichen funktioniert eine Pelletheizung wie jede andere Heizung. Bei dieser Art der Heizung wird der Brennstoff über ein Fördersystem in den Brennraum expediert. Dort werden die Pellets der Verbrennung zugeführt, die hierbei entstehende Hitze wird über einen Wärmetauscher abgeleitet und erwärmt so das Trink bzw. Heizungswasser.<sup>86</sup> Die Bauarten der Pelletkessel unterscheiden sich anhand verschiedener Merkmale:

- automatische oder halbautomatische Beschickung
- manuelle, automatische oder halbautomatische Gitterrostreinigung
- Unterscheidung durch das Kesselmaterial (Stahl, Edelstahl)
- Wandstärke der Wärmedämmung
- unterschiedliche Brenntypen: Unterschubbrenner, Rotationsbrenner oder Topfbrenner
- Plattenwärmetauscher oder Röhrenwärmetauscher

Derzeit werden alle Pelletkessel mit diversen Sicherheitseinrichtungen versehen. Dazu gehört in erster Linie eine Rückbrandsicherung die den Brennraum vom Lagerraum abschottet. Auch bei der Wahl des Pelletkessel soll auf die richtige Dimensionierung geachtet werden. Da ein solcher Kessel seinen besten Wirkungsgrad nur unter Volllast erreicht, sollte er auf keinen Fall zu groß gewählt werden. Wurde ein zu großer Kessel gewählt, so muss dieser häufig mit Teillast betrieben werden, was zu einem schlechteren Wirkungsgrad sowie zu einer negativ beeinflussten Haltbarkeit der Kesselkomponenten führt.<sup>87</sup> Vor allem durch eine entsprechende Regelung kann auch die Effizienz einer Anlage gewährleistet werden. Anhand von Temperaturfühlern und Abgassensoren wird die adäquate Menge an Brennstoff zugeführt. Hier wird über eine Lambdasonde der Sauerstoffgehalt des Abgases kontrolliert, dabei soll das Abgas minimiert werden. Vorzugweise sollte eine Pelletheizung unter Volllast betrieben werden, da diese Art von Kesseln nicht schnell regelbar ist.<sup>88</sup>

---

<sup>86</sup>Wesselak, Viktor; Schabach, Thomas; Link, Thomas; Fischer, Joachim: Regenerative Energietechnik.-2 Auflage.-Heidelberg,2013,S.482

<sup>87</sup><http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/technik/pelletbrenner>,11-07-2015

<sup>88</sup>Döring,Stefan; Pellets als Energieträger: Technologie und Anwendung.-Heidelberg,2011,S.168

## Pelletlagerung



Abbildung 21: Lagerraum mit Schneckenförderung

In erster Linie lassen sich zwei grundlegende Systeme für die Pelletszufuhr zum Kessel unterscheiden. Für diese Entscheidung werden verschiedene Gesichtspunkte herangezogen. Meist hängt es von den baulichen Gegebenheiten ab, ob man sich für ein mechanisches oder pneumatisches Pelletsfördersystem entscheidet. Bei einer halbautomatischen Befüllung werden die Pellets in einen Tagesbehälter der sich in der Regel am Kessel befindet von Hand gefüllt. Da aber Pellets günstiger zu beziehen sind, wenn man größere Mengen kauft, ist eine automatische Pelletsförderungsanlage vorzuziehen. Die gängigsten Fördersysteme sind zum einen die Förderung mittels einer mechanisch angetriebenen Pelletsschnecke, diese werden meist bei kurzen und geraden Distanzen verwendet. Normalerweise werden über zwei oder vier schräge Flächen die Pellets nach unten geführt, wo sie dann über die Schnecke zum Kessel gefördert werden. Der Transport geht hier leise und mit geringem Stromverbrauch vonstatten.



Abbildung 22: Pneumatisches Pelletfördersystem

Bei einem pneumatischen Pelletfördersystem werden die Pellets per Druckluft befördert. Diese Art der Fördersysteme ist flexibler als mechanische Fördersysteme und kann Entfernungen von ca. 25 m und Steigungen von ca. 5 m überwinden. So können weiter entfernte Lager im Keller sowie Erdtanks oder auch Außentanks im Garten gleichermaßen gut entleert werden.<sup>89</sup>

### 5.1.5 Bauliche Maßnahmen

#### Der Heizraum

Bei Anlagen über 50 kW ist ein eigener Heizraum vorgeschrieben. Alle Einrichtungsgegenstände im Heizraum müssen eine Mindestbrandfestigkeit von 90 Minuten aufweisen. Deshalb werden vorzugsweise Fliesen in diesen Räumen verwendet, außerdem tragen sie zur einfacheren Reinigung des Heizraumes bei. Des Weiteren sollte ein gekennzeichnete Feuerlöscher angebracht werden. Bei der Heizraumgestaltung ist ebenfalls darauf zu achten, dass die vom Hersteller geforderten Mindestabstände zu Wänden sowie zu anderen Gegenständen eingehalten werden. Hierbei ist auch zu bedenken, dass auch ausreichend Platz für die Wartung der Anlage zur Verfügung steht. Um eine einwandfreie Verbrennung gewährleisten zu können, muss genug Sauerstoff für die Verbrennung der Pellets vorhanden sein, deshalb müssen zwei Öffnungen vom

<sup>89</sup>Wosnitza, Franz; Hilgers, Hans, Gerd: Energieeffizienz und Energiemanagement: Ein Überblick heutiger Möglichkeiten und Notwendigkeiten.-Wiesbaden, 2012, S.104

Heizraum ins Freie führen. Diese Belüftungsöffnungen sollen eine Fläche von jeweils 150 cm<sup>2</sup> aufweisen.<sup>90</sup>

### Anforderungen an den Kamin

Um die Abgase, die bei der Verbrennung von Pellets entstehen, aus dem Haus gefahrlos abzuführen wird ein Schornstein benötigt. In den meisten Fällen kann eine bereits im Haus bestehende Rauchfanganlage genutzt werden. Ist dies nicht der Fall kann ein am Haus außen anliegender Kamin montiert werden. Damit eine Pelletheizung effizient arbeiten kann, muss der Kamin gut isoliert, feuerfest und rauchgasdicht sein. Denn zu stark abkühlende Rauchgase verschmutzen den Kamin schnell und machen so die Heizung ineffizient. Der benötigte Querschnitt für den Kamin wird zu meist vom Kesselhersteller vorgegeben. Im Regelfall wird ein Kamin aus feuerfesten Materialien gefertigt. Zu meist werden Edelstahlrohre oder Keramikrohre verbaut. Beim Kamin sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass dieser rauchgasdicht ist, da entweder die Rauchgase sonst entweichen können oder ein weiterer unerwünschter Luftzug dadurch entstehen kann. Meist lässt sich ein optimaler Abzug mit einem bereits bestehenden Kamin realisieren, in diesem Fall können auch die Wärmeverluste minimiert werden. Die Wärme die innerhalb des Hauses vom Kamin an die Wände abgegeben wird, ist des Weiteren ein positiver Nebeneffekt der zu einer Effizienzsteigerung beiträgt. Ist es aus bautechnischer Sicht unmöglich, einen innenliegenden Kamin zu verwenden, muss man darauf achten, dass ein außenliegender Kamin eine hohe Wärmeisolierung benötigt.<sup>91</sup>

### Der Anschluss einer Pelletheizung

Die Bauweise der Heizkörper die an eine Pelletheizung angeschlossen werden, ist für den Betrieb nicht ausschlaggebend. Jedoch sollte bei der Installation von Flächenheizkörpern ein Temperaturbegrenzer verwendet werden, diese arbeiten mit einer geringeren Vorlauftemperatur. Da es bei einer andauernden Kesseltemperatur, die unter 60 Grad Celsius beträgt, zur Kondensation im Kesselraum kommen kann, besteht die Gefahr einer Korrosion. Abhilfe kann durch Montage eines Mehrwegmischventils geschaffen werden. In den meisten modernen Pelletkessel sind solche Ventile bereits serienmäßig verbaut, um die Rücklauftemperatur dauerhaft anzuheben und so eine konstant höhere Kesseltemperatur sicher zu stellen. Da eine Pelletheizung sehr effektiv arbeitet, ist es nicht zwingend notwendig einen Pufferspeicher zu verwenden. Der Anschluss einer

<sup>90</sup> <http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/einbau/heizraum> am 11-07-20105

<sup>91</sup> Königstein, Thomas: Ratgeber energiesparendes Bauen auf den Punkt gebracht: Neutrale Fachinformationen für mehr Energieeffizienz.- 4 bearbeitete Auflage.- Taunusstein, 2009, S135



Pelletheizung ist meist unproblematisch, sollte jedoch von einem konzessionierten Unternehmen durchgeführt werden, um eine einwandfreie Funktion gewährleisten zu können.<sup>92</sup>

### 5.1.6 Der Betrieb einer Pelletheizung

#### Die Bestellung von Pellets

Es gibt mehrere Gründe um neue Pellets zu bestellen, aber in der Regel sollte die Bestellung nach der Heizperiode bzw. in den Sommermonaten gemacht werden, da hier die Preise für Pellets tendenziell am günstigsten sind. In dieser Zeit bieten Großhändler vermehrt Sonderangebote an, da die Nachfrage an Pellets im Sommer sehr gering ist. Bevor jedoch die neuen Pellets eingelagert werden, sollte man das Lager vom Pelletabrieb sowie von anderen Verunreinigungen befreien. Auch etwaige Beschädigungen im Pelletslager können dann problemlos beseitigt werden. Bei der Bestellung der Pellets sollte darauf geachtet werden, dass man nicht immer das günstigste Angebot auswählt, da hier die Gefahr besteht eine minderwertige Qualität zu erhalten, auch sollte auf etwaige Einblaspauschalen bei der Lieferung sowie auf Mindestabnahmemengen geachtet werden, da es hier große Preisunterschiede für den Konsumenten gibt.<sup>93</sup> Die besten Preise lassen sich mit Sammelbestellungen und bei kurzen Transportwegen erzielen. Des Weiteren ist anzumerken, dass lose gelieferte Pellets in großen Mengen deutlich günstiger sind als Sackware. Falls eine Pelletslieferung während der Heizperiode notwendig ist, ist die Anlage früh genug abzuschalten um Störungen des Betriebs zu vermeiden. Bei der Planung des Pelletslagers ist darauf zu achten, dass das Silofahrzeug bis auf eine Maximaldistanz von ca. 30 m heran fahren kann, da größere Distanzen nicht zu überbrücken sind. Auch die notwendigen Einfüllvorrichtungen müssen im Vorfeld berücksichtigt werden. Um eine gleichbleibend gute Qualität der Pellets sowie einen störungsfreien Betrieb der Anlage zu gewährleisten, sollten keine allzu großen Mengen auf einmal eingelagert werden. Da Pellets in der Regel empfindlich auf Druck, Feuchtigkeit sowie Reibung sind, ist es sinnvoll sie nicht viel länger als 2 Jahre eingelagert zu lassen.<sup>94</sup>

---

<sup>92</sup><http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/einbau/anschluss>, 18-07-2015

<sup>93</sup>Doring, Stefan; Pellets als Energieträger: Technologie und Anwendung.- Heidelberg, 2011, S.158

<sup>94</sup>Doring, Stefan; Pellets als Energieträger: Technologie und Anwendung.- Heidelberg, 2011, S.159

### 5.1.7 Das Heizen mit dem Brennstoff Pellet

Seit Jahren wird der nachwachsende Rohstoff Holz in verschiedenen Bereichen eingesetzt. Besonders die Begriffe Heizwert und Brennwert stellen den Energiegehalt der Pellets dar, der nutzbar gemacht werden kann. Je höher diese Werte sind, umso mehr Energie ist in diesem Brennstoff enthalten. Der wichtigere Wert ist der Brennwert, dieser stellt den Energiegehalt des Brennstoffes inklusive der Kondensationswärme dar.



Abbildung 23: Darstellung Brennwert

Als Kondensationswärme wird die freigewordene Energie des Wasserdampfes verstanden. Ein moderner Brennwertpelletkessel kann auch die Abwärme des Kondensats für sich nutzen und so Wirkungsgrade von beinahe 100 % zu erreichen. Meist wird der Brennwert in (kWh/kg) oder (kJ/kg) angegeben. Der Brennwert ist also die Summe vom Heizwert und der Kondensationsenergie. Der zweite wichtige Begriff wird als Heizwert bezeichnet, dieser beschreibt den Energiegehalt der Pellets. Die hier entstehende Kondensationswärme wird hier nicht näher betrachtet. Der Heizwert beschreibt also die Energie die durch das Verbrennen von Pellets entsteht. Auch dieser Wert wird in (kWh/kg) oder (kJ/kg) angegeben.<sup>95</sup>



Abbildung 24: Darstellung Heizwert

<sup>95</sup>: <http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/betrieb/heizen>, 18-07-2015

Für eine adäquate Qualität sollte somit ein kg ca. einen Heizwert von 5 Kilowattstunden haben. Daraus folgt, dass ca. zwei Kilogramm Pellets die gleiche Heizleistung wie ein Liter Heizöl, bzw. ein Kubikmeter Erdgas haben. Der Heizwert ist also der Brennwert abzüglich der Kondensationswärme.<sup>96</sup>

### Wirkungsgrad

Im Allgemeinen beschreibt der Wirkungsgrad die Effizienz einer Energieumwandlung, da moderne Anlagen sehr effektiv arbeiten, werden hier Wirkungsgrade um die 90 Prozent und mehr erreicht. Der größte Wärmeverlust entsteht hier bei der Übertragung auf das Heizmedium.<sup>97</sup>

### Der Nutzungsgrad

Dieser gibt Auskunft über den Energieverbrauch und dem daraus resultierenden Nutzen der eingebrachten Energie über einen längeren Zeitraum. Meist wird ein Jahr betrachtet, da man hier auch erkennen kann, wie effizient sich das Heizen mit Pellets gestaltet.<sup>98</sup>

### Feuertechnischer Wirkungsgrad

Dieser stellt das Verhältnis zwischen der notwendigen Energie für die Verbrennung und dem eigentlichen Energiegehalt der Holzpellets dar. Der feuertechnische Wirkungsgrad gibt also Auskunft über die Qualität der Verbrennung.

### Kesselwirkungsgrad

In erster Linie beeinflusst die Bauform des Kessels maßgeblich den Kesselwirkungsgrad. Bei diesem Wirkungsgrad werden sowohl Rauchgasverluste als auch Abstrahlungswärme mit einbezogen. Daher sollte beim Kauf ein besonderes Augenmerk auf den Nutzungsgrad gelegt werden, dieser sollte nicht unter 90 Prozent liegen.<sup>99</sup>

---

<sup>96</sup>: <http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/betrieb/heizen>, 18-07-2015

<sup>97</sup> Menz, Verena; Digel, Roland; Heidenreich, Franz, Peter: Umwelttechnik für alpine Berg- und Schutzhütten: Hintergrundwissen: Tipps und Beispiele aus der Praxis.- 1. Auflage.-München, 2008, S.62

<sup>98</sup> Crasten, V; Elektrische Energieversorgung 2: Energie- und Elektrizitätswirtschaft, Kraftwerktechnik, alternative Stromerzeugung, Dynamik, Regelung und Stabilität, Betriebsplanung und- führung.- Heidelberg, 2004, S.271

<sup>99</sup> [http://www.chemie.de/lexikon/Wirkungsgrad.html#Feuerungstechnischer\\_Wirkungsgrad](http://www.chemie.de/lexikon/Wirkungsgrad.html#Feuerungstechnischer_Wirkungsgrad), 08-08-2015

## Die Verbrennung der Pellets

Die Verbrennung von Pellets kann man in drei Schritten unterteilen. Bei dem ersten Schritt werden die Pellets mit Hilfe eines Heißluftgebläses auf eine Temperatur von ca. 150°C erhitzt, dies dient der Trocknung der Pellets. Im zweiten Schritt werden durch die Pyrolyse die brennbaren Stoffe in gasförmige umgewandelt und zwischen 150 °C und 600 °C verbrannt. Im dritten Schritt wird durch zusätzliche Düsen im Brennraum Sauerstoff eingeblasen, dadurch steigt die Verbrennungstemperatur im Kessel auf bis zu 1300 °C an. Die hierbei entstehenden Gase geben dann die benötigte Wärmeenergie an die Heizflächen ab. Ein positiver Nebeneffekt der Pelletverbrennung ist, dass hier nur etwa 5 g Asche pro kg Pellets entstehen.

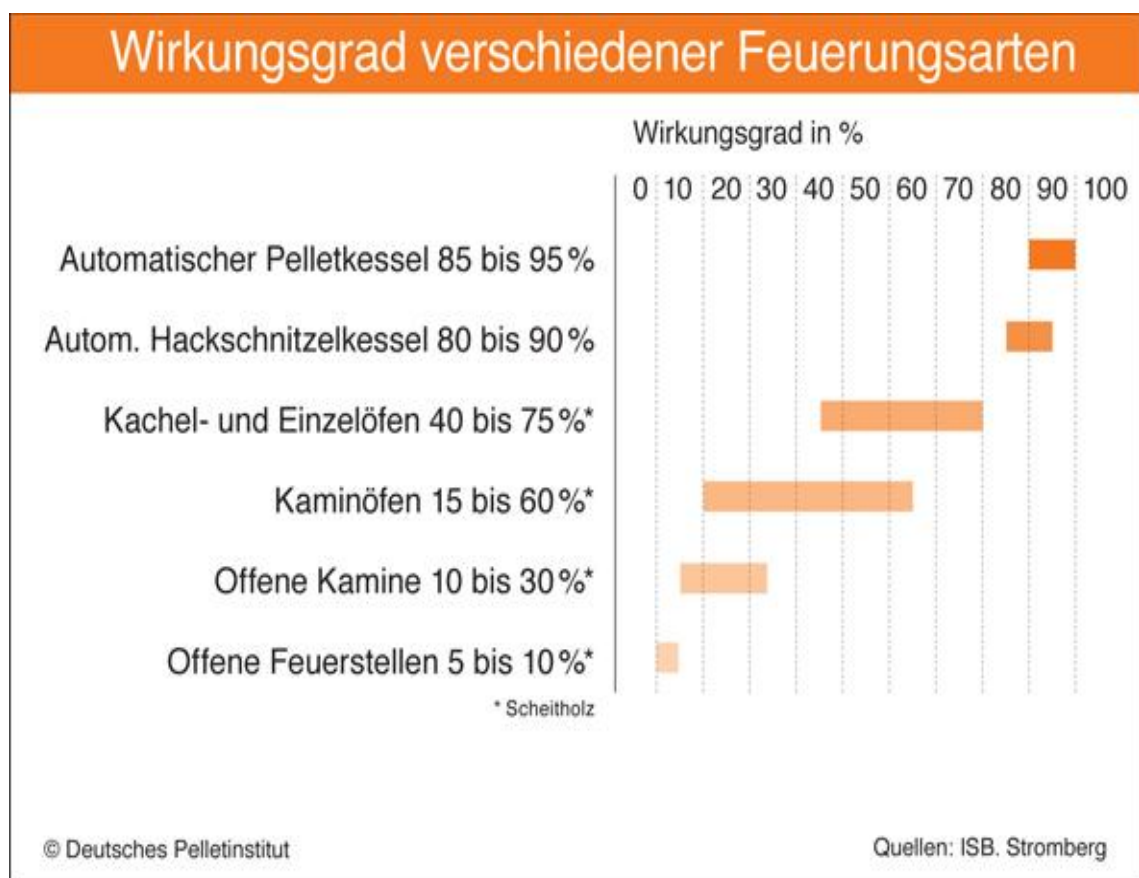


Abbildung 25: Wirkungsgrad Feuerungsanlagen

### 5.1.8 Die Wartung einer Pelletanlage

Die modernen Pelletheizungen sind weitestgehend ohne viel persönlichen Aufwand zu betreiben, doch diese Anlagen brauchen eine regelmäßige Wartung um einen problem- und reibungslosen Betrieb zu ermöglichen. Eine solche Anlage sollte mindestens einmal pro Jahr von einem Fachmann gereinigt und überprüft werden. Einfache Tätigkeiten wie die Ascheentsorgung oder die Reinigung des Lagerraumes können problemlos von einem selbst durchgeführt werden. Im Allgemeinen sollte die Pelletheizung immer frei von Verbrennungsrückständen gehalten werden, da hier sonst durch überfüllte Aschebehälter Störungen auftreten können. In der Regel wäre eine Reinigung der Brennkammer alle sechs Wochen zu empfehlen um eine schadstoffarme Verbrennung erzielen zu können. Auch eine Reinigung des Lagerraums sollte einmal pro Jahr durchgeführt werden um einen problemlosen Betrieb in der Heizungsperiode zu ermöglichen.<sup>100</sup>

#### Wartungsintervalle



Abbildung 26: Darstellung Wartungsintervalle

<sup>100</sup><http://www.pelletheizung.info/reinigung-wartung>,08-08-2015

## 6 Die Erdwärmepumpe

### 6.1 Allgemeines zur Erdwärmepumpe

Im Wesentlichen werden bei einer Wärmepumpe 75 % der Energie aus dem Boden, der Luft oder dem Wasser entnommen. Rund 25 % der Energie wird zum Antrieb der Wärmepumpe aus dem Stromnetz bezogen. Die Energie der Wärmequelle wird über ein Medium übertragen, welches zum Verdichter fließt und dort verdichtet wird. Durch diesen Vorgang erhitzt sich das Medium bis es verdampft. Der heiße Dampf gibt über einen Wärmetauscher die Energie an den Heizkreislauf ab. Beim abkühlen verflüssigt sich das Gas wieder und kann somit neu verdichtet werden um den Kreislauf von vorne zu starten.<sup>101</sup>

In den meisten Fällen finden Wärmepumpen in Ein- oder Mehrfamilienhäusern Verwendung. Sie können zur Erzeugung von Raumwärme sowie zum Erhitzen des Brauchwassers genutzt werden, sowie im Sommer können diese zum Kühlen genutzt werden. Diese Pumpen gewinnen ihre Energie aus dem Erdboden, dem Grundwasser oder der Umgebungsluft. Die Art der Wärmepumpe, die verbaut werden soll, richtet sich nach den baulichen Gegebenheiten. Am günstigsten ist der Verbau einer Luftwärmepumpe, da hier weder Sonden noch Kollektoren im Erdboden verbaut werden müssen.<sup>102</sup>

#### 6.1.1 Vor und Nachteile einer Wärmepumpe

##### Vorteile einer Wärmepumpe

- Wärmepumpen sind fast wartungsfrei
- Erdwärmepumpen zeichnen sich durch eine hohe Betriebssicherheit aus
- Wärmepumpen können in den Sommermonaten auch zum Kühlen verwendet werden
- Erdwärme ist fast überall vorhanden
- Wärmepumpen zeichnen sich durch geringe Betriebskosten aus

---

<sup>101</sup>Ing. Huber Msc, Heinrich; DI (FH) Schöfmann, Petra; DI (FH) Zottl, Andreas: Wärmepumpen zur energieeffizienten Wärmeversorgung.- Wien, 2014, S.10

<sup>102</sup>Ing. Huber Msc, Heinrich; DI (FH) Schöfmann, Petra; DI (FH) Zottl, Andreas: Wärmepumpen zur energieeffizienten Wärmeversorgung.- Wien, 2014, S19, S20, S.21

- Nachteile einer Wärmepumpe
- um eine wirtschaftliche Nutzung zu gewährleisten muss das Haus dementsprechend gut isoliert sein
- Wärmepumpen haben eine begrenzt hohe Vorlauftemperatur (Nachteil für den Einsatz von Radiatoren)
- Wärmepumpen können die Umwelt durch den Entzug der Wärme des Untergrundes schädlich beeinflussen
- die Investitionskosten bei Tiefenbohrungen sind relativ hoch<sup>103</sup>

### 6.1.2 Funktionsweise einer Wärmepumpe

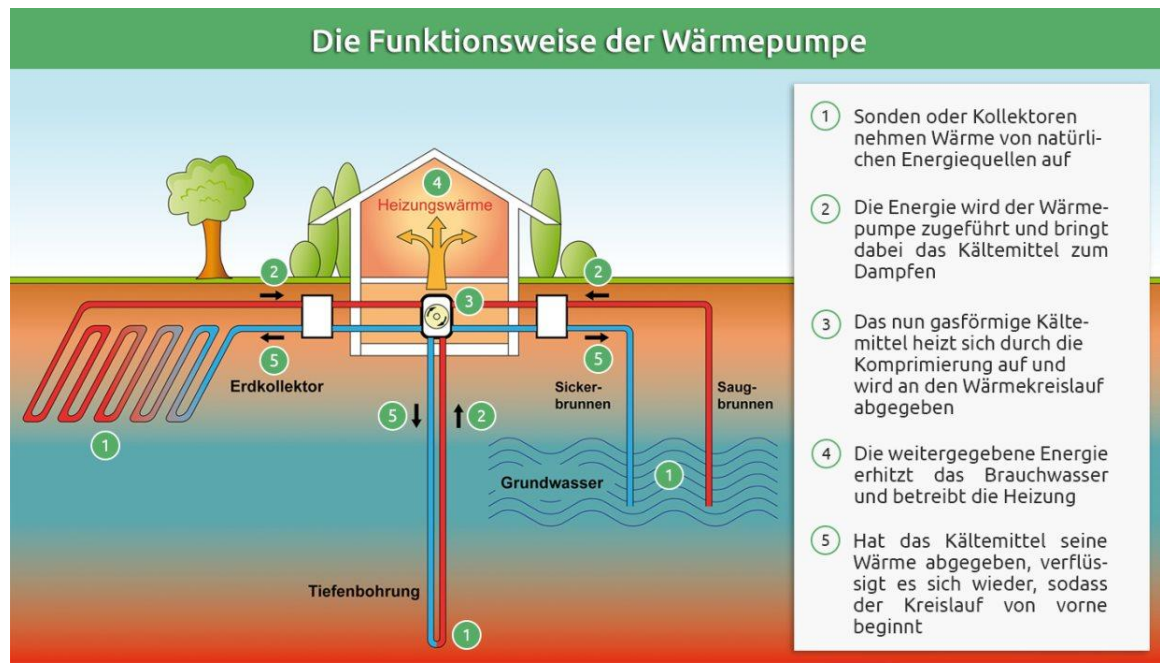


Abbildung 27: Funktionsweise Wärmepumpe

<sup>103</sup><http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/wirtschaftlichkeit/vorteile-nachteile,08-08-2015>

### 6.1.3 Bauliche Maßnahmen bei Wärmepumpen

Erdkollektoren werden in der Erde in ca. 1,2 m bis 1,4 m Tiefe verlegt wo sie die dort gespeicherte Wärme der Umgebung in Warmwasser oder Heizwärme umwandeln. Diese Wärme im Boden ergibt sich einerseits durch die Einstrahlung der Sonne und andererseits aus Niederschlägen. Da in dieser Tiefe das ganze Jahr eine konstante Temperatur von ca. 10 Grad Celsius herrscht, können hier waagrechte Kollektoren verbaut werden. Ob die Installation von Erdkollektoren sinnvoll ist, hängt in erster Linie von der Dimensionierung ab. Die Kollektorfläche ist von der Bodenbeschaffenheit sowie vom Heizwärmebedarf abhängig. Als Faustregel kann man das Eineinhalb bis Zweifache der beheizbaren Fläche als Kollektorfläche rechnen. Diese bestehen aus dünnen Rohren die einen Durchmesser von 2mm bis 4 mm aufweisen. Aufgrund der einzuhaltenden Abstände ergeben sich so groß dimensionierte Kollektorflächen.

- DA 40 = 120cm
- DA 32 = 80cm
- DA 25 = 50cm
- DA 20 = 30cm

Ebenfalls sollen zu Wasserleitungen mindestens 1,5 m, zu Kanälen 1 m und zu Gebäuden 1,2 m Abstand eingehalten werden. Diese Mindestabstände sollten für eine einwandfreie Funktion der Erdwärmepumpe unbedingt eingehalten werden. Bei zu dichten Abständen kann es zu Vereisungen im Bereich der verlegten Rohre führen. Durch eine Vereisung kann das Niederschlagswasser nicht mehr in den Boden eindringen, das hat zur Folge, dass der Boden verschlammt. Eine Vereisung kann dann vorkommen wenn die Kollektorfläche falsch dimensioniert ist, oder wenn die Fenster immer offen sind und so mehr Energie für die Wärmeerzeugung benötigt wird. Das kann im Extremfall die Stromkosten für die Wärmepumpe um mehrere hundert € erhöhen. Als Alternative zu Erdkollektoren können auch Erdwärmekörbe verwendet werden, diese werden vorzugsweise bei geringem Platzangebot verwendet, da sie in die Tiefe gebaut werden. Heizkörbe werden in einer Tiefe von 1 m bis 4 m verbaut, wo sie alleine, in Serie oder parallel geschaltet werden können. Die Funktionsweise ist die Gleiche wie bei den Erdkollektoren. Hier wird ebenfalls das Trägermedium durch die Rohre im Boden gepumpt, wo es dem Erdreich Wärme entzieht. Die Erdwärmekörbe haben Rohrlängen zwischen 75 m und 200 m. Bei der Montage dieser Körbe ist in erster Linie auf die Sicherheitsabstände Rücksicht zu nehmen um eine optimale Funktion der Anlage gewährleisten zu können. Ein Erdwärmekorb benötigt zwischen 15 m<sup>2</sup> und 50 m<sup>2</sup> an Fläche. Ein Vorteil der Erdwärmekörbe ist, dass sie vergleichsweise wenig Platz



benötigen. Des Weiteren können sie schnell umgesetzt werden und es werden auch keine kostspieligen Bohrungen benötigt.<sup>104</sup>

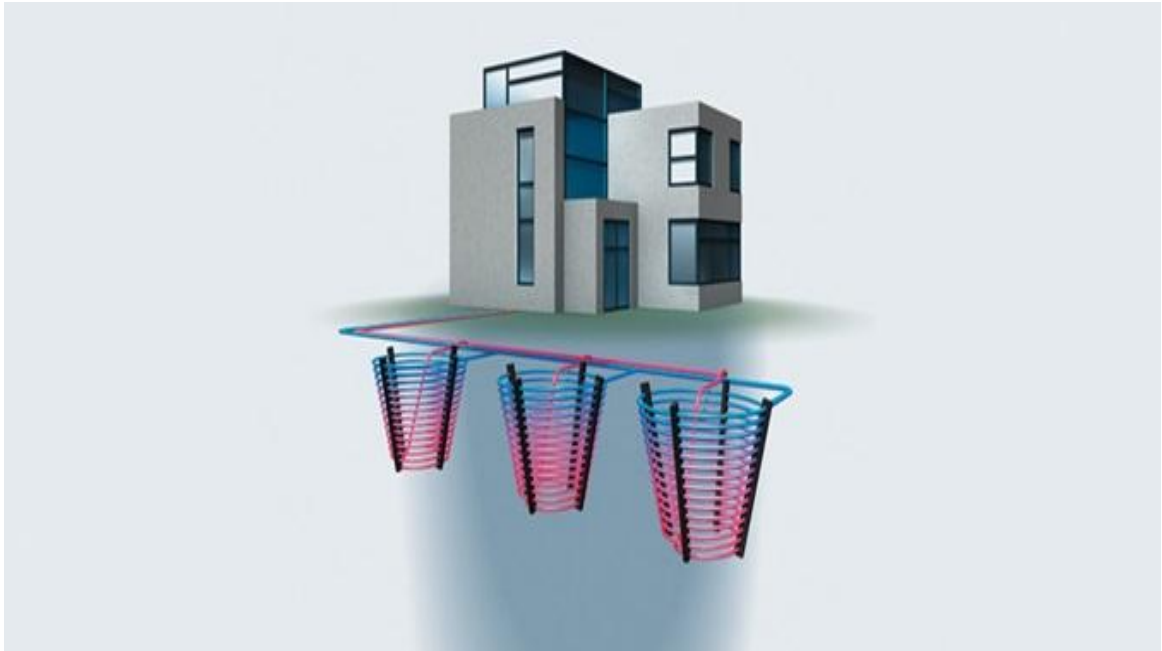


Abbildung 28: Erdwärmekorb

### Erdsonden

Bei kleinen nutzbaren Flächen ist die Verwendung von Erdsonden ein wesentlicher Vorteil, da man hier in die Tiefe bohrt um dort dem Boden die Wärme zu entziehen. Hier muss im Vorfeld allerdings abgeklärt werden, ob das Grundstück den Belastungen, die von den notwendigen Maschinen verursacht werden, stand- hält. Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass bei einer Tiefe ab 15 m eine Temperatur von mindestens 10 °C herrscht. Die Wärme steigt ca. pro 30 m Tiefe um einen Grad Celsius an, was für eine effektive Warmwasseraufbereitung essentiell ist. Dieser Wert ist allerdings wie bei den Flächenkollektoren stark von der Bodenbeschaffenheit abhängig. So werden bei einer trockenen Sedimentschicht lediglich 30 W/m dem Erdreich entzogen. Wenn hingegen die Sonde in Schiefergestein verbaut ist, kann von einem Wärmeentzug von etwa 55 W/m sprechen, was die Sonden- Länge um ca. 2/3 verkürzt. In den meisten Fällen werden Längen zwischen 40 m und 100 m errechnet, diese können auch nebeneinander in einem Abstand von mindestens 5 m angebracht werden. Bei so tiefen Bohrungen liegt die größte Gefahr in den verschiedenen Erdschichten, hier können Wasserblasen oder Hohlräume angebohrt werden, was zu erheblichen Schäden der Umgebung führen kann. Des Weiteren sollte auch auf die Dimensionierung der Sonde geachtet werden, da zu kurze

<sup>104</sup><http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/bestandteile/erdkollektor>, 15-08-2015

Sonden oder Sonden mit zu geringer Leistung auch vereisen können und dadurch mehr elektrische Energie benötigen.<sup>105</sup>

#### 6.1.4 Das Erdreich als Einflussgröße

Mittlerweile wird in vielen Regionen mittels Erdwärme geheizt. Den größten Einfluss auf die Dimensionierung der Kollektoren hat die Beschaffenheit des vorhandenen Bodens. Unterschiedliches Erdreich hat auch unterschiedliche Eigenschaften in Bezug auf die Wärmaförderung. Die Wärmeleitfähigkeit drückt aus, wie gut ein Stoff Wärme leitet, je niedriger dieser Wärmewert ist, desto schlechter ist es.

Gesteinsart	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in Watt/Meter*Kelvin
Ton	0,9 - 2,2
Kies	1,3 - 2,4
Kalkstein	1,7 - 3,4
Sandstein	1,3 - 5,1
Granit	2,1 - 4,1
Quarzit	3,6 - 6,0
Steinsalz	5,4

Abbildung 29: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Gesteinsarten

Um das Planen mit Erdwärme zu erleichtern, stellen mittlerweile viele Länder schon Erdwärmekarten zur Verfügung. Bei Wärmepumpen mit Erdkollektoren ist zu beachten, dass beträchtliche Mengen an Erdmaterial zu bewegen sind. So große Erdbewegungen können hohe Kosten verursachen die auf jeden Fall im Vorfeld berücksichtigt werden müssen.<sup>106</sup>

<sup>105</sup><http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/bestandteile/erdsonde>, 15-08-2015

<sup>106</sup><http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/sole-wasser/erdreich> am 15-08-2015



hier werden in der Praxis Werte zwischen 2 und 5 errechnet, sollte der Wert unter 2 liegen ist die Anlage unwirtschaftlich.<sup>107</sup>

### 6.1.6 Anfallende Kosten von Wärmepumpen

#### Wartung

Prinzipiell sind bei der Wärmepumpe keine festen Wartungsintervalle vorgegeben, aber um Schäden zu vermeiden, sollte einmal im Jahr ein Fachmann die Anlage kontrollieren. Hier ist verstärkt auf Flüssigkeitsverluste zu achten, die Wartungskosten belaufen sich in der Regel um die 50 €.

---

<sup>107</sup> Quaschnig, Walter: Erneuerbare Energien und Klimaschutz: Hintergründe, Techniken und Planung: Ökonomie und Ökologie Energiewende.- 3 aktualisierte Auflage.- München, 2013, S119

## 7 Die Ölheizung

### 7.1 Moderne Öl- Brennwertkessel

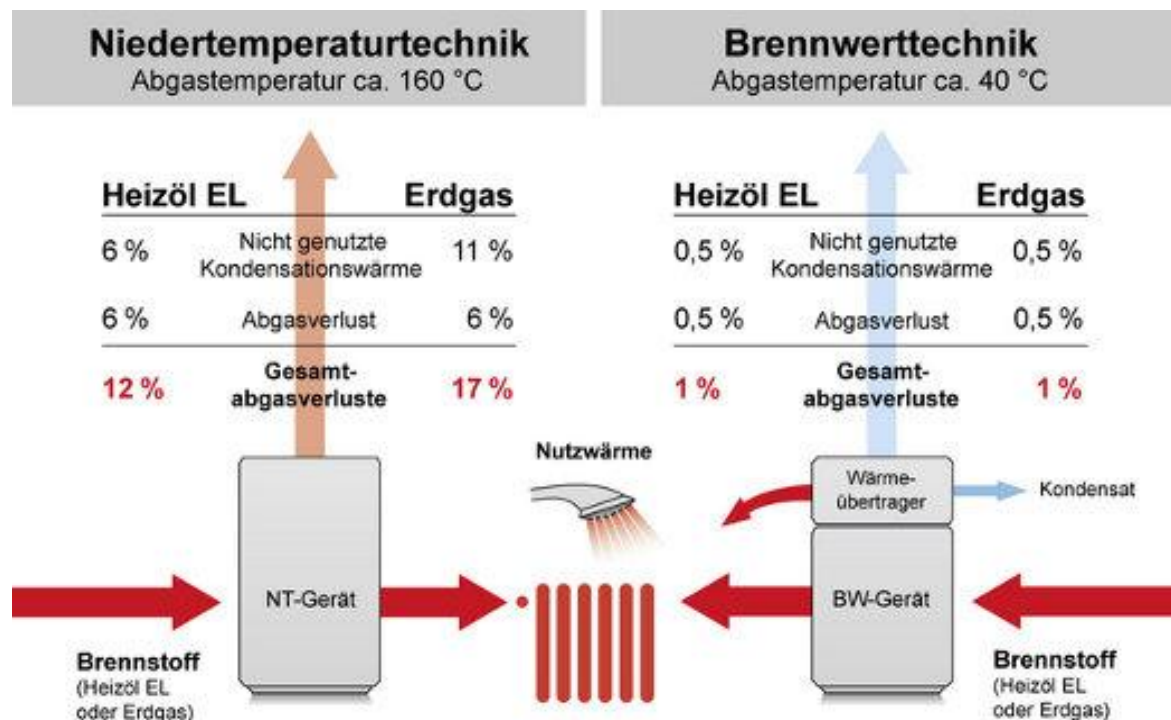


Abbildung 31: Kesselvergleich

Ein moderner Brennwertkessel kann dabei helfen ein Haus günstiger zu heizen, da durch den Einsatz von Brennwerttechnik ein hoher Grad an Energieeffizienz erreicht wird, sowie auch die Abgase für die Energiegewinnung genutzt werden. Bei einem normalen Verbrennungsprozess entsteht auch Wasserdampf, der bei älteren Geräten über den Kamin abgeführt wird. Die thermische Energie, die im Brennstoff enthalten ist, wird als Brennwert bezeichnet.<sup>108</sup> Durch die zusätzliche Ausnutzung des entstehenden Wasserdampfes, steigt die Ausnutzung des Brennstoffes um bis zu 11 %. Durch einen zusätzlichen Wärmetauscher wird die Kondensationswärme zum erwärmen des Heizungsmediums verwendet.<sup>109</sup>

<sup>108</sup>Moersch, Karl, Friedrich: Der neue Energieausweis von A-Z: Lexikon für Immobilieneigentümer und Mieter.- 2 aktualisierte Auflage.- Regensburg, 2008, S.34

<sup>109</sup>Dr. Naumer, Wolfgang: Energiesparend bauen und modernisieren.- München, 2008, S.81

### Definition Brennwert

Der Brennwert ist die Maßzahl für die gespeicherte Energie, die in einem Brennstoff steckt. Wenn eine 100 % Verbrennung erreicht wird, dann hat der Brennstoff seine komplette Energie freigesetzt. Der Teil, der bei der Verbrennung normalerweise über die Rauchgase verloren geht, wird hier noch einmal genutzt und dient der Wärmeerzeugung. Der Brennwert ist also die Summe aus der, bei der Verbrennung freigewordenen Energie und der, aus der Kondensationswärme rückgewonnenen Energie.<sup>110</sup>

### Definition Heizwert

Der Heizwert beschreibt die maximale Wärmeenergie, die bei einer Verbrennung eines Stoffes frei werden kann, ohne eine Kondensationsbildung. Man spricht also hier nicht von der gesamten Energie die in einem Stoff enthalten ist, sondern nur von der Energie die bei der Verbrennung entsteht. Wird die freigewordene Kondensationswärme addiert so spricht man vom Brennwert.<sup>111</sup>

## 7.1.1 Vor und Nachteile eines Ölkessels

### Vorteile Ölheizung

- vollautomatischer Betrieb
- rückstandsfreie Verbrennung
- gute Regelbarkeit
- hohe Leistung

### Nachteile

- hohe Kosten der Anlage aufgrund behördlich geforderter Auflagen
- steigende Heizölpreise
- störende Geräuschentwicklung aufgrund von Ventilatoren
- ausgelaufenes Heizöl stellt ein Umweltrisiko dar<sup>112</sup>

---

<sup>110</sup> <http://www.heizungsfinder.de/oelheizung/brennwert>, 13-09-2015

<sup>111</sup> <http://www.heizungsfinder.de/oelheizung/brennwert/heizwert>, 13-09-2015

<sup>112</sup> Laasch, Volger: Haustechnik: Grundlagen- Planung- Ausführung.- 9 neubearbeitete und erweiterte Auflage.- Stuttgart, 1994, S.652

## 7.1.2 Funktion eines Ölkessels

Eine Ölheizung besteht im Wesentlichen aus drei verschiedenen Bestandteilen. In erster Linie einem Lagerraum für das Heizöl, sowie einer Umwälzpumpe und einem Heizraum der sich meist im Keller befindet. Das Öl wird mittels Pumpen zum Ölbrenner befördert, wo es verbrannt wird. Die entstehende Wärme wird an einen Wärmetauscher übertragen, durch die Umwälzpumpe wird das so erhitzte Medium durch die Heizkörper gepumpt, wo dem Medium die Wärme entzogen wird. Danach wird es über den Rücklauf wieder in den Wärmetauscher gepumpt wo es wiederrum erhitzt wird, die dabei entstehenden Abgase werden durch den Schornstein gefahrlos ins freie geleitet. Durch den Einsatz von Brennwerttechnik kann noch zusätzliche Energie aus den Abgasen gewonnen werden, was den Brennstoffverbrauch um bis zu 11 % senken lässt. Um mit diesem System die entstandene Wärmeenergie in allen Räumen optimal nutzen zu können empfiehlt sich die Verwendung von sogenannten Thermostatventilen, dadurch kann jeder Heizkörper individuell geregelt werden, wodurch sich der Energieverbrauch nochmals senken lässt.<sup>113</sup>

### Aufbau eines Kessels

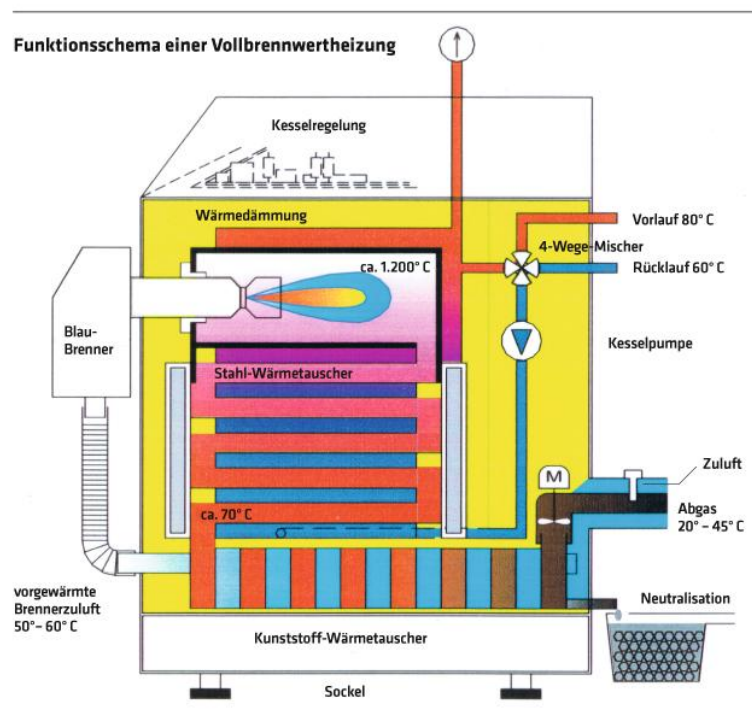


Abbildung 32: Funktionsschema einer Vollbrennwertheizung

<sup>113</sup><http://www.heizungsfinder.de/oelheizung/funktionsweise>, 23-08-2015



## Der Ölbrenner

Das Herzstück jedes Kessels ist der daran montierte Brenner, dieses Bauteil besteht wiederum aus mehreren Einzelteilen.

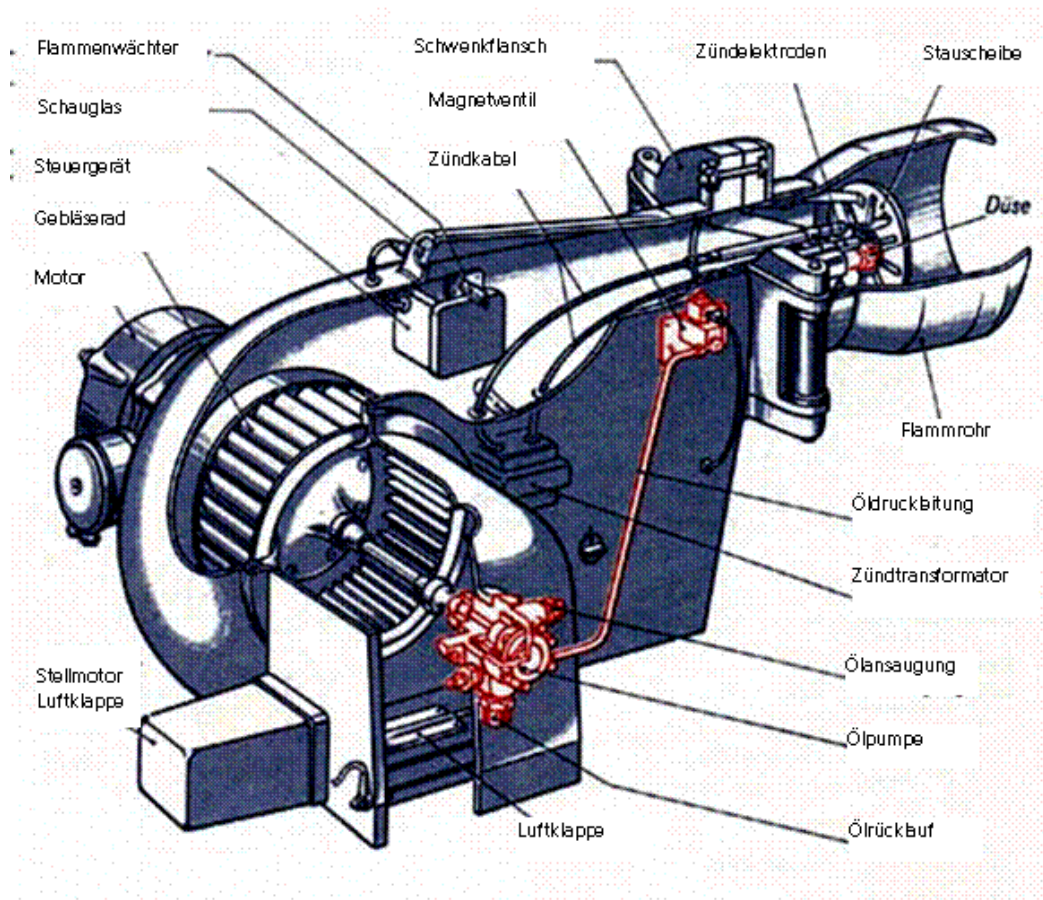


Abbildung 33: Aufbau eines Ölbrenners

Das zu verbrennende Heizöl wird vom Öltank, über die Ölpumpe zum Brenner gefördert. Das Heizöl wird mit Druck beaufschlagt wodurch es durch das Magnetventil, den Öl-Vorwärmer sowie durch die Düse gedrückt wird. Der Vorwärmer erhitzt das Öl auf ca. 70°C, dadurch ist dieses leicht entflammbar und besitzt eine optimale Konsistenz. Die entstehende Flamme trifft direkt auf den Kesselraum wodurch der Kessel erhitzt wird. Kurz vor der eigentlichen Einspritzung erzeugen die Zündelectroden einen Zündfunken, um dann den eingespritzten Heizölnebel zu entzünden.<sup>114</sup>

<sup>114</sup>Prof. Dr. Ing. Schmarek, Ernst- Rudolf: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik: Einschließlich Warmwasser und Kältetechnik.- 73 Auflage, Oldenburg, 2007, S .744 – S.745



## 7.1.3 Bauliche Maßnahmen

### Der Öltank

Bei einer Ölheizung benötigt man für einen längeren Betrieb einen dementsprechend großen Tank. Man kann zwischen unterirdischer und oberirdischer Lagerung unterscheiden. Wenn der Keller zu wenig Platz bietet oder die Räumlichkeiten nicht vorhanden bzw. anderwärtig verwendet wird, kann man auf unterirdische Öltanks ausweichen, diese werden meist vollständig in der Erde vergraben. Ältere Tanks weisen meist nur eine Außenhülle auf, moderne Öltanks sind zumeist doppelwandig und werden aus Kunststoff- oder Stahlblechen angefertigt. Man unterscheidet hierbei verschiedene Bauformen:

- Erdtank
- standortgefertigter Öltank
- Batterietank

Der Erdtank wird meist bei ungenügendem Platzangebot verwendet und wird aus Stahl oder Kunststoff angefertigt. Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass man mit einem ausgelagerten Öltank nur etwa 2 m<sup>2</sup> für die Ölheizung benötigt. Durch spezielle Verankerungen im Erdreich können diese Einrichtungen auch bei hohen Grundwasserständen verbaut werden.

Der individuell geplante Öltank wird meist aus Stahl angefertigt und direkt am Einsatzort zusammengebaut, wodurch man diesen optimal an die Gegebenheiten anpassen kann.

Der Batterietank ist der gebräuchlichste Öltank, er bietet den Vorteil, dass man mehrere Öltanks miteinander verbinden kann und so eine hohe Platzausnutzung des Raumes erreicht. Weitere Vorteile dieser Tankanlagen sind, dass man sie einfach erweitern kann und dass sie durch ihre kompakten Abmessungen einfach transportiert werden können.<sup>115</sup>

---

<sup>115</sup><http://www.heizungsfinder.de/oelheizung/heizoeltank>, 13-09-2015

## 7.1.4 Betrieb und Kosten der Ölheizung

### Heizölkosten

Da die Heizölpreise über die letzten Jahre stetig gestiegen sind, lässt sich eine genaue Prognose nur schwer herleiten. Diese Kosten sind, im Voraus, nur schwer abzuschätzen und bringen dadurch einen Unsicherheitsfaktor in die Berechnungen mit ein. Der momentane Heizölpreis liegt zwischen 0,75 € und 0,80 € pro Liter, da dieser Wert mit hoher Wahrscheinlichkeit steigen wird, ist eine Reduktion des Ölverbrauches obligat für eine weitere Verwendung dieser Technik.

### Wartungskosten

Die Heizungsanlage sollte mindestens zweimal im Jahr von einem Rauchfangkehrer gereinigt werden, um den optimalen Nutzungsgrad zu gewährleisten. Die entstehenden Kosten hierfür betragen zwischen 80 € und 160 €, diese sollten also in eine Kostenrechnung mit einbezogen werden. Ist ein Kessel nicht richtig eingestellt, kann es zu vermehrter Rußpartikelbildung kommen, dadurch wird die Wärmeübergabe an das Medium verschlechtert und der Ölverbrauch steigt an.<sup>116</sup>

---

<sup>116</sup><http://www.heizungsfinder.de/oelheizung/wartungsvertrag>, 10-10-2015

## 8 Kostenvergleichsrechnungen

Als Grundlage für die nachfolgenden Berechnungen wurde ein Objekt mit einer zu beheizenden Fläche von rund 350 m<sup>2</sup> gewählt. Als Basis der Berechnung dient die momentan veraltete Ölheizung, diese soll durch eine neue Ölheizung oder durch eine der alternativ angeführten Heizungen ersetzt werden.

Annahme:	
Zu beheizende Fläche in m <sup>2</sup>	<b>350</b>
Betriebsstunden pro Jahr	1200
Verbrauch pro L/Std	3,8
Ölverbrauch pro Jahr in Liter	<b>4560</b>
Berechneter Pelletverbrauch pro Jahr in kg	<b>10761,6</b>
Heizwert Heizöl Extra Leicht in kW	11,8
Heizwert Pellet in kW	5
Preise der Energieträger	
Heizöl Euro/Liter	0,78
Pellet Euro/kg	0,225
Strompreis Euro/kWh	0,1795
Benötigte Energie pro Jahr in kWh	<b>53808</b>
Berechnete Heizkosten pro Jahr	
Heizölkosten für ein Jahr in Euro	<b>€ 3.556,80</b>
Pelletkosten für ein Jahr in Euro	<b>€ 2.421,36</b>
Stromverbrauch ca.25% der benötigten Energie bei Wärmepumpe	<b>€ 2.414,63</b>

Abbildung 34: Angabe

Beschreibung	Ölheizung/alt	Pelletheizung	Wärmepumpe	Ölheizung neu
Anschaffungskosten	0 €	11.950,00 €	13.895,00 €	9.588,00 €
Restwert 5 Prozent	€ -	€ 597,50	€ 694,75	€ 479,40
Nutzungsdauer in Jahren	20	20	20	20
Zinssatz in Prozent	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Kosten für bauliche Veränderung	0	4686	6580	1000
Energieverbrauch in kW/h	53808	53808	53808	53808
<b>Heizkosten pro Jahr in Euro</b>	<b>€ 3.556,80</b>	<b>€ 2.421,36</b>	<b>€ 2.414,63</b>	<b>€ 2.845,44</b>
<b>Energiepreise in € in kWh</b>	<b>€ 0,066</b>	<b>€ 0,045</b>	<b>€ 0,045</b>	€ 0,053
Instandhaltungskosten/Jahr/Euro	€ 240,00	€ 240,00	€ 140,00	€ 240,00
Afa	€ -	€ 567,63	€ 660,01	€ 455,43
i kalk	€ -	€ 94,11	€ 109,42	€ 75,51

Abbildung 35: Angabe

<b>Kostenvergleich</b>				
Fixe Kosten	€ 240,00	€ 901,73	€ 909,44	€ 770,94
Variable Kosten	€ 3.556,80	€ 2.421,36	€ 2.414,63	€ 2.845,44
<b>Gesamte Kosten</b>	<b>€ 3.796,80</b>	<b>€ 3.323,09</b>	<b>€ 3.324,07</b>	<b>€ 3.616,38</b>
Kosten für Lebensdauer	€ 75.936,00	€ 66.461,83	€ 66.481,31	€ 72.327,51

Abbildung 36: Kostenvergleich

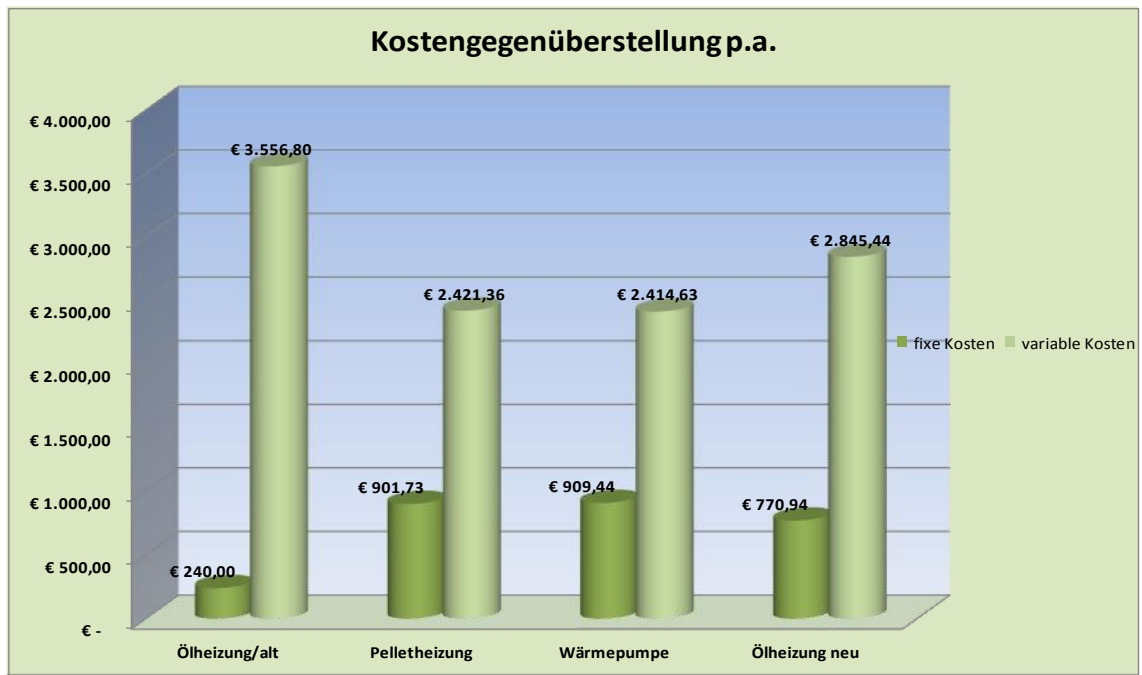


Abbildung 37: Kostengegenüberstellung

Gesamtkostenentwicklung				
Jahre	Ölheizung/alt	Pelletheizung	Wärmepumpe	Ölheizung neu
1	€ 3.796,80	€ 3.323,09	€ 3.324,07	€ 3.616,38
2	€ 7.593,60	€ 6.646,18	€ 6.648,14	€ 7.232,76
3	€ 11.390,40	€ 9.969,27	€ 9.972,21	€ 10.849,14
4	€ 15.187,20	€ 13.292,36	€ 13.296,28	€ 14.465,52
5	€ 18.984,00	€ 16.615,45	€ 16.620,35	€ 18.081,90
6	€ 22.780,80	€ 19.938,54	€ 19.944,42	€ 21.698,28
7	€ 26.577,60	€ 23.261,63	€ 23.268,49	€ 25.314,66
8	€ 30.374,40	€ 26.584,72	€ 26.592,56	€ 28.931,04
9	€ 34.171,20	€ 29.907,81	€ 29.916,63	€ 32.547,42
10	€ 37.968,00	€ 33.230,90	€ 33.240,70	€ 36.163,80
11	€ 41.764,80	€ 36.553,99	€ 36.564,77	€ 39.780,18
12	€ 45.561,60	€ 39.877,08	€ 39.888,84	€ 43.396,56
13	€ 49.358,40	€ 43.200,17	€ 43.212,91	€ 47.012,94
14	€ 53.155,20	€ 46.523,26	€ 46.536,98	€ 50.629,32
15	€ 56.952,00	€ 49.846,35	€ 49.861,05	€ 54.245,70
16	€ 60.748,80	€ 53.169,44	€ 53.185,12	€ 57.862,08
17	€ 64.545,60	€ 56.492,53	€ 56.509,19	€ 61.478,46
18	€ 68.342,40	€ 59.815,62	€ 59.833,26	€ 65.094,84
19	€ 72.139,20	€ 63.138,71	€ 63.157,33	€ 68.711,22
20	€ <b>75.936,00</b>	€ <b>66.461,80</b>	€ <b>66.481,40</b>	€ <b>72.327,60</b>

Abbildung 38: Gesamtkostenentwicklung

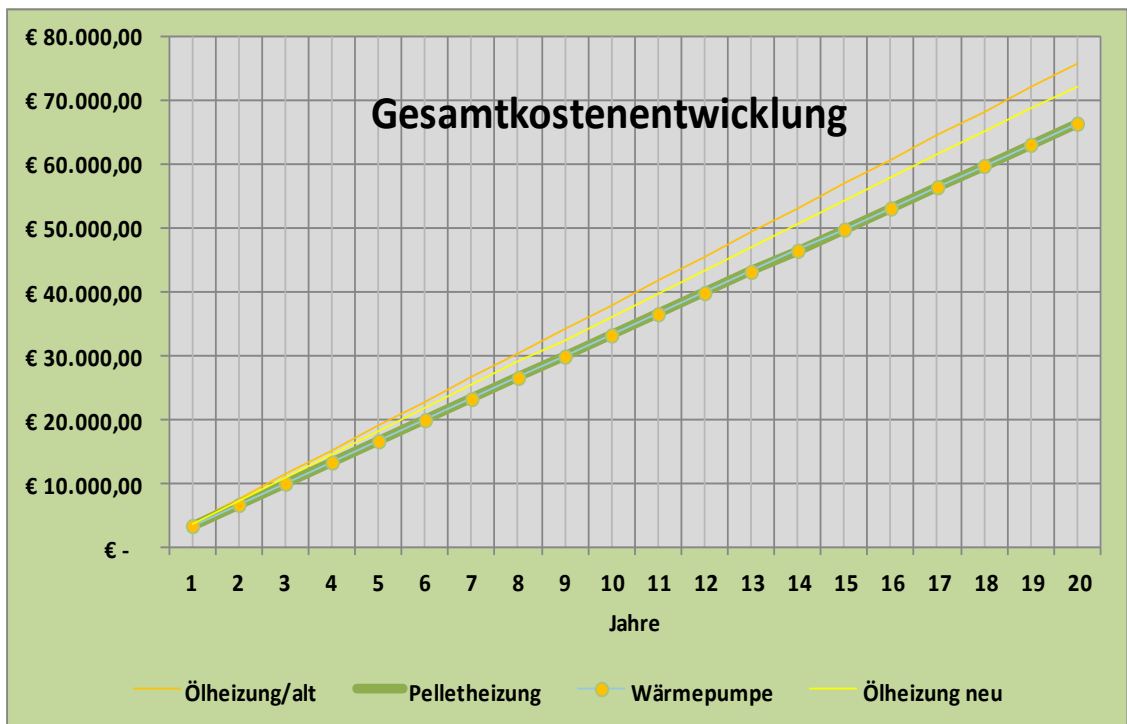


Abbildung 39: Gesamtkostenentwicklung - Diagramm

## 8.1 Gewinnvergleich

Gewinnvergleich				
Jährliches Ersparnis	€ -	€ 473,71	€ 472,73	€ 180,42
Ersparnis auf Lebensdauer	€ -	€ 9.474,18	€ 9.454,69	€ 3.608,49

Abbildung 40: Gewinnvergleich

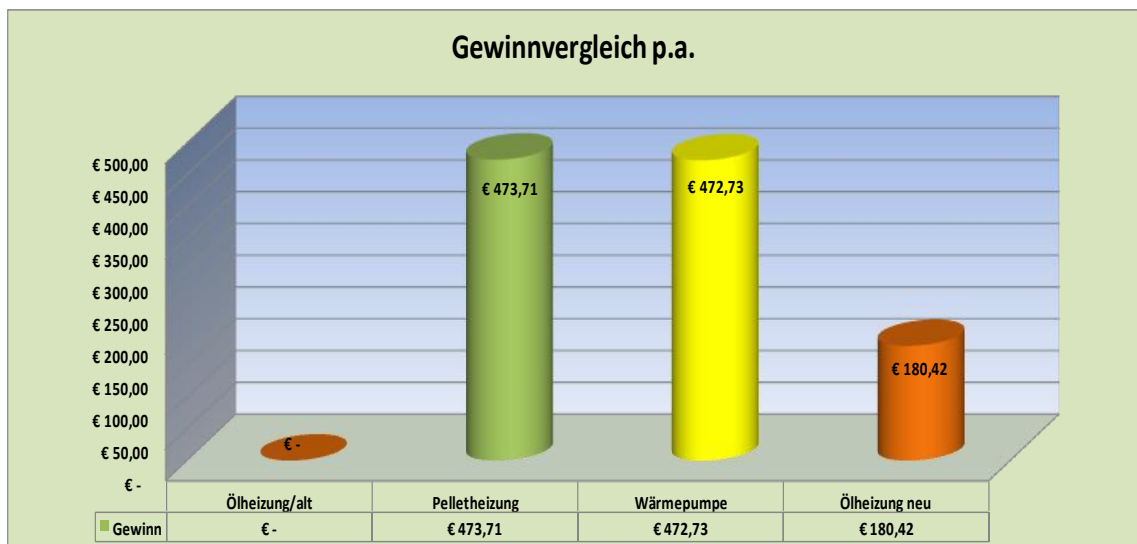


Abbildung 41: Gewinnvergleich Diagramm

## 8.2 Rentabilitätsvergleich

Rentabilitätsvergleich				
Gewinn	€ -	€ 473,71	€ 472,73	€ 180,42
Anschaffung	0	€ 16.636,00	€ 20.475,00	€ 10.588,00
Rentabilität	0,00%	5,69%	4,62%	3,41%

Abbildung 42: Rentabilitätsvergleich

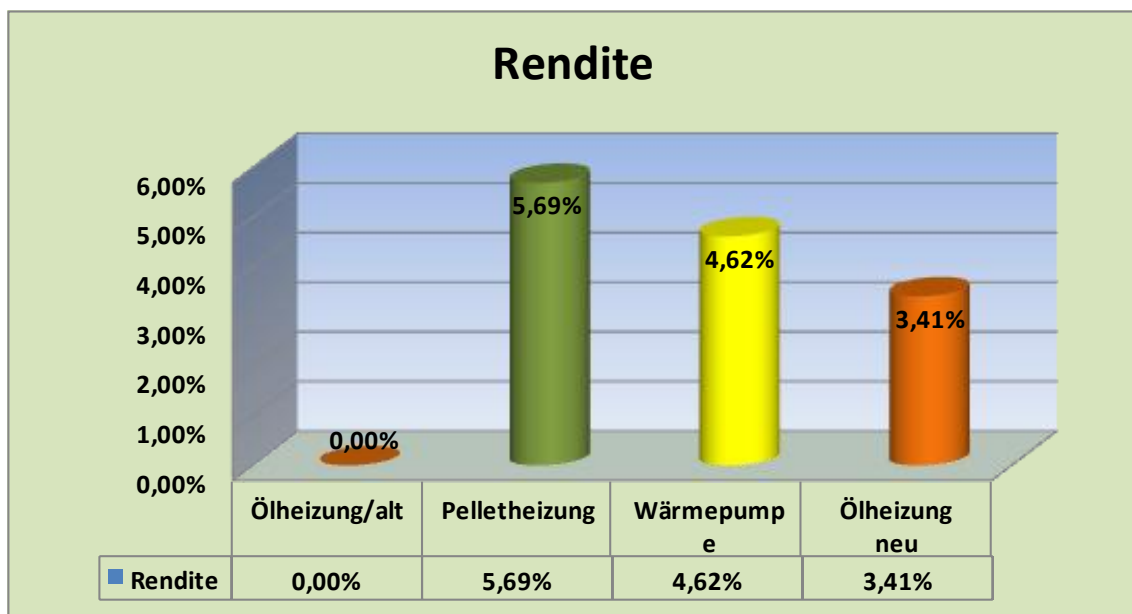


Abbildung 43: Rentabilitätsvergleich - Diagramm

### 8.3 Amortisationszeitvergleich

Armortisationszeitvergleich					
Anschaffung inkl.Umbau	€	-	€ 16.636,00	€ 20.475,00	€ 10.588,00
Restwert	€	-	€ 597,50	€ 694,75	€ 479,40
durchschnittlicher Rückfluss	€	-	€ 1.041,33	€ 1.132,75	€ 635,85
Armotisationszeit in Jahren		0	15,4	17,5	15,9

Abbildung 44: Amortisationsvergleich

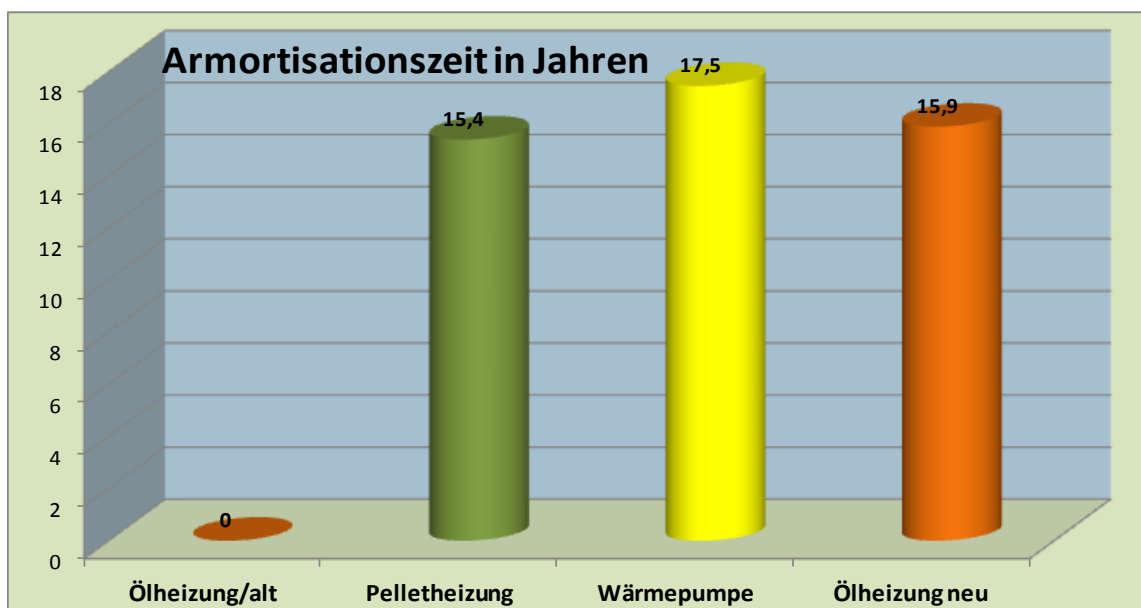


Abbildung 45: Amortisationsvergleich- Diagramm



### 8.3.1 Amortisationszeitvergleich dynamisch

Armortisationszeitvergleich dynamisch				
	Rückfluss Pellet	Abzinsfaktor	Barwert	Rückfluss kumuliert
Jahr 1	€ 1.041,33	0,985221675	€ 1.025,94	
Jahr2	€ 1.041,33	0,970661749	€ 1.010,78	€ 2.036,73
Jahr 3	€ 1.041,33	0,956316994	€ 995,85	€ 3.032,57
Jahr 4	€ 1.041,33	0,94218423	€ 981,13	€ 4.013,70
Jahr 5	€ 1.041,33	0,928260325	€ 966,63	€ 4.980,33
Jahr 6	€ 1.041,33	0,914542193	€ 952,34	€ 5.932,67
Jahr 7	€ 1.041,33	0,901026791	€ 938,27	€ 6.870,94
Jahr 8	€ 1.041,33	0,887711124	€ 924,40	€ 7.795,35
Jahr 9	€ 1.041,33	0,87459224	€ 910,74	€ 8.706,09
Jahr10	€ 1.041,33	0,861667232	€ 897,28	€ 9.603,37
Jahr 11	€ 1.041,33	0,848933233	€ 884,02	€ 10.487,39
Jahr 12	€ 1.041,33	0,836387422	€ 870,96	€ 11.358,35
Jahr 13	€ 1.041,33	0,824027017	€ 858,09	€ 12.216,44
Jahr 14	€ 1.041,33	0,811849277	€ 845,41	€ 13.061,85
Jahr 15	€ 1.041,33	0,799851505	€ 832,91	€ 13.894,76
Jahr 16	€ 1.041,33	0,788031039	€ 820,60	€ 14.715,36
Jahr 17	€ 1.041,33	0,77638526	€ 808,48	€ 15.523,84
Jahr 18	€ 1.041,33	0,764911587	€ 796,53	€ 16.320,37
<b>Jahr 19</b>	<b>€ 1.041,33</b>	<b>0,753607474</b>	<b>€ 784,76</b>	<b>€ 17.105,12</b>
Jahr 20	€ 1.041,33	0,742470418	€ 773,16	€ 17.878,28
	Rückfl. Wäremp.	Abzinsfaktor	Barwert	Rückfl. kumuliert
Jahr 1	€ 1.132,75	0,985221675	€ 1.116,01	
Jahr2	€ 1.132,75	0,970661749	€ 1.099,51	€ 2.215,52
Jahr 3	€ 1.132,75	0,956316994	€ 1.083,27	€ 3.298,79
Jahr 4	€ 1.132,75	0,94218423	€ 1.067,26	€ 4.366,04
Jahr 5	€ 1.132,75	0,928260325	€ 1.051,48	€ 5.417,53
Jahr 6	€ 1.132,75	0,914542193	€ 1.035,94	€ 6.453,47
Jahr 7	€ 1.132,75	0,901026791	€ 1.020,64	€ 7.474,11
Jahr 8	€ 1.132,75	0,887711124	€ 1.005,55	€ 8.479,66
Jahr 9	€ 1.132,75	0,87459224	€ 990,69	€ 9.470,35
Jahr10	€ 1.132,75	0,861667232	€ 976,05	€ 10.446,40
Jahr 11	€ 1.132,75	0,848933233	€ 961,63	€ 11.408,03
Jahr 12	€ 1.132,75	0,836387422	€ 947,42	€ 12.355,44
Jahr 13	€ 1.132,75	0,824027017	€ 933,41	€ 13.288,86
Jahr 14	€ 1.132,75	0,811849277	€ 919,62	€ 14.208,48
Jahr 15	€ 1.132,75	0,799851505	€ 906,03	€ 15.114,51
Jahr 16	€ 1.132,75	0,788031039	€ 892,64	€ 16.007,15
Jahr 17	€ 1.132,75	0,77638526	€ 879,45	€ 16.886,59
Jahr 18	€ 1.132,75	0,764911587	€ 866,45	€ 17.753,04
Jahr 19	€ 1.132,75	0,753607474	€ 853,65	€ 18.606,69
Jahr 20	€ 1.132,75	0,742470418	€ 841,03	€ 19.447,72
Jahr 21	€ 1.132,75	0,731497949	€ 828,60	€ 20.276,32
<b>Jahr 22</b>	<b>€ 1.132,75</b>	<b>0,720687634</b>	<b>€ 816,36</b>	<b>€ 21.092,68</b>
Jahr 23	€ 1.132,75	0,710037078	€ 804,29	€ 21.896,97
	Rückfl. Öl-neu	Abzinsfaktor	Barwert	Rückfl. kumuliert
Jahr 1	€ 635,85	0,985221675	€ 626,46	
Jahr2	€ 635,85	0,970661749	€ 617,20	€ 1.243,66
Jahr 3	€ 635,85	0,956316994	€ 608,08	€ 1.851,74
Jahr 4	€ 635,85	0,94218423	€ 599,09	€ 2.450,83
Jahr 5	€ 635,85	0,928260325	€ 590,24	€ 3.041,07
Jahr 6	€ 635,85	0,914542193	€ 581,52	€ 3.622,58
Jahr 7	€ 635,85	0,901026791	€ 572,92	€ 4.195,50
Jahr 8	€ 635,85	0,887711124	€ 564,46	€ 4.759,96
Jahr 9	€ 635,85	0,87459224	€ 556,11	€ 5.316,07
Jahr10	€ 635,85	0,861667232	€ 547,89	€ 5.863,97
Jahr 11	€ 635,85	0,848933233	€ 539,80	€ 6.403,77
Jahr 12	€ 635,85	0,836387422	€ 531,82	€ 6.935,59
Jahr 13	€ 635,85	0,824027017	€ 523,96	€ 7.459,55
Jahr 14	€ 635,85	0,811849277	€ 516,22	€ 7.975,77
Jahr 15	€ 635,85	0,799851505	€ 508,59	€ 8.484,35
Jahr 16	€ 635,85	0,788031039	€ 501,07	€ 8.985,43
Jahr 17	€ 635,85	0,77638526	€ 493,67	€ 9.479,10
Jahr 18	€ 635,85	0,764911587	€ 486,37	€ 9.965,47
Jahr 19	€ 635,85	0,753607474	€ 479,18	€ 10.444,65
<b>Jahr 20</b>	<b>€ 635,85</b>	<b>0,742470418</b>	<b>€ 472,10</b>	<b>€ 10.916,76</b>
Jahr 21	€ 635,85	0,731497949	€ 465,13	€ 11.381,88

Abbildung 46: Amortisationsvergleich dynamisch

## 8.4 Prognostizierter Energiepreisverlauf

Kostenverlauf der Energiepreise				
	Jahr	Jahr	Preisänderung in % pro Jahr	Multiplikationsfaktor
<b>Energieart</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>		
Pellet Cent/kWh	4,3	5	3,25%	1,0325
Heizöl Cent/kWh	7,5	7,2	-0,80%	0,992
Strom Cent/kWh	10,3	11,3	1,94%	1,0194
<b>Energiepreise in €/kWh Pellet</b>	<b>€/kWh</b>	<b>Verbrauch</b>	<b>Heizkosten</b>	<b>Preissteigerung €/Jahr</b>
Jahr1	0,045	53808	€ 2.421,36	
Jahr2	0,0464625	53808	€ 2.500,05	€ 78,69
Jahr3	0,047972531	53808	€ 2.581,31	€ 81,25
Jahr4	0,049531639	53808	€ 2.665,20	€ 83,89
Jahr5	0,051141417	53808	€ 2.751,82	€ 86,62
Jahr6	0,052803513	53808	€ 2.841,25	€ 89,43
Jahr7	0,054519627	53808	€ 2.933,59	€ 92,34
Jahr8	0,056291515	53808	€ 3.028,93	€ 95,34
Jahr9	0,058120989	53808	€ 3.127,37	€ 98,44
Jahr10	0,060009921	53808	€ 3.229,01	€ 101,64
Jahr11	0,061960244	53808	€ 3.333,96	€ 104,94
Jahr12	0,063973952	53808	€ 3.442,31	€ 108,35
Jahr13	0,066053105	53808	€ 3.554,19	€ 111,88
Jahr14	0,068199831	53808	€ 3.669,70	€ 115,51
Jahr15	0,070416325	53808	€ 3.788,96	€ 119,27
Jahr16	0,072704856	53808	€ 3.912,10	€ 123,14
Jahr17	0,075067764	53808	€ 4.039,25	€ 127,14
Jahr18	0,077507466	53808	€ 4.170,52	€ 131,28
Jahr19	0,080026459	53808	€ 4.306,06	€ 135,54
Jahr20	0,082627319	53808	€ 4.446,01	€ 139,95
<b>Preissteigerung nach 20 Jahren</b>				<b>€ 2.024,65</b>
<b>Ersparnis Lebensdauer</b>	<b>€ 9.474,18</b>			
<b>Preissteigerung</b>	<b>€ 2.024,65</b>			
<b>Theoretisches Ersparnis Pellet</b>	<b>€ 7.449,53</b>			

Abbildung 47: Prognostizierter Energiepreisverlauf Pellet

Energiepreise in €/kWh Wärmepumpe	€/kWh	Verbrauch	Heizkosten	Preissteigerung €/Jahr
Jahr 1	0,045	53808	€ 2.421,36	
Jahr 2	0,045873	53808	€ 2.468,33	€ 46,97
Jahr 3	0,046762936	53808	€ 2.516,22	€ 47,89
Jahr 4	0,047670137	53808	€ 2.565,03	€ 48,81
Jahr 5	0,048594938	53808	€ 2.614,80	€ 49,76
Jahr 6	0,04953768	53808	€ 2.665,52	€ 50,73
Jahr 7	0,050498711	53808	€ 2.717,23	€ 51,71
Jahr 8	0,051478386	53808	€ 2.769,95	€ 52,71
Jahr 9	0,052477066	53808	€ 2.823,69	€ 53,74
Jahr 10	0,053495121	53808	€ 2.878,47	€ 54,78
Jahr 11	0,054532927	53808	€ 2.934,31	€ 55,84
Jahr 12	0,055590865	53808	€ 2.991,23	€ 56,93
Jahr 13	0,056669328	53808	€ 3.049,26	€ 58,03
Jahr 14	0,057768713	53808	€ 3.108,42	€ 59,16
Jahr 15	0,058889426	53808	€ 3.168,72	€ 60,30
Jahr 16	0,060031881	53808	€ 3.230,20	€ 61,47
Jahr 17	0,0611965	53808	€ 3.292,86	€ 62,67
Jahr 18	0,062383712	53808	€ 3.356,74	€ 63,88
Jahr 19	0,063593956	53808	€ 3.421,86	€ 65,12
Jahr 20	0,064827678	53808	€ 3.488,25	€ 66,38
<b>Preissteigerung nach 20 Jahren</b>				<b>€ 1.066,89</b>
<b>Ersparnis Lebensdauer</b>	<b>€ 9.454,69</b>			
<b>Preissteigerung</b>	<b>€ 1.066,89</b>			
<b>Theoretisches Ersparnis Wärmepumpe</b>	<b>€ 8.387,80</b>			

Abbildung 48: Prognostizierter Energiepreisverlauf Wärmepumpe

Energiepreise in €/kWh Ölheizung	€/kWh	Verbrauch	Heizkosten	Preissenkung €/Jahr
Jahr1	0,053	53808	€ 2.851,82	
Jahr2	0,052576	53808	€ 2.829,01	€ 22,81
Jahr3	0,052155392	53808	€ 2.806,38	€ 22,63
Jahr4	0,051738149	53808	€ 2.783,93	€ 22,45
Jahr5	0,051324244	53808	€ 2.761,65	€ 22,27
Jahr6	0,05091365	53808	€ 2.739,56	€ 22,09
Jahr7	0,050506341	53808	€ 2.717,65	€ 21,92
Jahr8	0,05010229	53808	€ 2.695,90	€ 21,74
Jahr9	0,049701471	53808	€ 2.674,34	€ 21,57
Jahr10	0,04930386	53808	€ 2.652,94	€ 21,39
Jahr11	0,048909429	53808	€ 2.631,72	€ 21,22
Jahr12	0,048518153	53808	€ 2.610,66	€ 21,05
Jahr13	0,048130008	53808	€ 2.589,78	€ 20,89
Jahr14	0,047744968	53808	€ 2.569,06	€ 20,72
Jahr15	0,047363008	53808	€ 2.548,51	€ 20,55
Jahr16	0,046984104	53808	€ 2.528,12	€ 20,39
Jahr17	0,046608231	53808	€ 2.507,90	€ 20,22
Jahr18	0,046235366	53808	€ 2.487,83	€ 20,06
Jahr19	0,045865483	53808	€ 2.467,93	€ 19,90
Jahr20	0,045498559	53808	€ 2.448,19	€ 19,74
<b>Preissenkung nach 20 Jahren</b>				<b>€ 403,64</b>
<b>Ersparnis Lebensdauer</b>	<b>€ 3.608,49</b>			
<b>Preissenkung</b>	<b>€ 403,64</b>			
<b>Theoretische Ersparnis Ölheizung</b>	<b>€ 4.012,13</b>			

Abbildung 49: Prognostizierter Energiepreisverlauf Ölheizung

## 8.5 Schlussbetrachtung der Berechnung

Basierend auf den errechneten Werten, können sich auch hohe Anfangsinvestitionen bereits nach wenigen Jahren rechnen. Bei einer Energieeffizienzsteigerung sollte man mehrere Varianten miteinander vergleichen, um so die beste Lösung zu finden. In diesem Berechnungsbeispiel sollte verdeutlicht werden, dass die bestehende Heizungsanlage nicht mehr rentabel ist, da sie selbst ohne Anfangsinvestition auf 20 Jahre betrachtet, die teuerste Variante darstellt. Etwas besser, jedoch noch deutlich teurer als die Wärmepumpe bzw. die Pelletheizung stellte sich die Variante der neueren Ölheizung heraus, da hier nach wie vor die Kosten für den Brennstoff am teuersten sind. Die beste Wahl ist laut Berechnung die Variante Wärmepumpe bzw. Pelletheizung dar. Obwohl hier beträchtliche bauliche Maßnahmen gesetzt werden müssen, sind sie auf einen Zeitraum von ca. 20 Jahren die kostensparendsten Heizungsanlagen. Die Differenz dieser beiden beträgt ein Minimum und könnte durch eventuelle Preisänderungen der Energieträger sehr leicht beeinflusst werden. Bei diesem Beispiel wird die Pelletheizung gewählt, da die hier notwendigen baulichen Veränderungen einfach zu realisieren sind und der bereits vorhandene Öllagerraum leicht zu einem Pelletlagerraum umfunktioniert werden kann.

## 9 Zusammenfassung

Heutzutage gibt es zahlreiche Möglichkeiten und verschiedene Bereiche um Energieeffizienzsteigerungen zu ermöglichen. Basierend auf die immer besser werdenden Technologien lassen sich Energieeffizienzsteigerungen ermöglichen. Jedoch fallen anfangs hohe Investitionskosten an, welche die Gesellschaft vermeiden möchte. Angesichts des signifikant sinkenden Energieverbrauches amortisiert sich die im Vergleich hohe Anfangsinvestition bereits nach wenigen Jahren.

In der gegenständlichen Arbeit wird zu Beginn der Begriff Energie näher erläutert, des Weiteren verschiedene Möglichkeiten zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen an Hand von Beispielen genauer dargestellt. In dieser Arbeit werden drei verschiedene Heizungsanlagen betrachtet, welche in ihrer Funktionsweise und anhand ihrer entstehenden Kosten miteinander verglichen wurden. Ebenfalls werden mögliche Formen der Kosteneinsparung angeführt. Dafür ist modernste Technik sowie optimale Dimensionierung als auch die fachgerechte Planung und Montage maßgebend.

Anhand verschiedener Maßnahmen wie zum Beispiel Tausch oder Modernisierung der Anlage, konnten Kostensenkungen durch Minimierung des Energieverbrauches, als auch Energieeffizienzsteigerungen realisiert werden.

# 10 Literaturverzeichnis

## 10.1 Bücher

Conrad, Margit: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz: Effiziente Energienutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Rheinland-Pfalz. –Mainz, 2006

Crasten, V: Elektrische Energieversorgung 2: Energie- und Elektrizitätswirtschaft, Kraftwerktechnik, alternative Stromerzeugung, Dynamik, Regelung und Stabilität, Betriebsplanung und- führung.- Heidelberg, 2004

Döring,Stefan; Pellets als Energieträger: Technologie und Anwendung.-Heidelberg, 2011

Feigenspan, H.; Pesch, J.: FMA/Pokorny: Taschenbuch für Druckluftbetrieb.- 7.Aufl.- Berlin Heidelberg, 1954

Fischer, Rolf; Linse, Hermann: Elektrotechnik für Maschinenbauer: Mit Elektronik, elektrischer Messtechnik, elektrischen Antrieben und Steuerungstechnik.- 14.Aufl.- Wiesbaden, 2012

Fresner, Johannes: Ressourceneffizienz in der Produktion: Kosten senken durch Cleaner Production – 2.Auflage – Düsseldorf, 2014

Geitman, Sven: Erneuerbare Energien&Alternative Kraftstoffe: Mit neuer Energie in die Zukunft,-2.Aufl. –Kremmen, 2005

Gege, Maximilian: Erfolgsfaktor Energieeffizienz: Investitionen die sich lohnen.-2.Aufl.- München, 2013

Gruden, Dusan: Umweltschutz in der Automobilindustrie : Motor, Kraftstoffe, Recycling – 1.Auflage – Wiesbaden, 2008

Hesselbach, Jens: Energie und klimateffiziente Produktion-Wiesbaden, 2012

Hilgers, Claudia: Wegweiser Energiesparen im Haushalt,-Berlin, 2007

Ing. Huber Msc, Heinrich; DI (FH) Schöfmann, Petra; DI (FH) Zottl, Andreas: Wärmepumpen zur energieeffizienten Wärmeversorgung.- Wien, 2014

Katzschke, Klaus: Pellets-Heizung mit Erfahrung. 2.Aufl, 2015

Königstein, Thomas: Ratgeber energiesparendes Bauen auf den Punkt gebracht: Neutrale Fachinformationen für mehr Energieeffizienz.- 4 bearbeitete Auflage.- Taunusstein, 2009

Krolkiewicz, Hans Jürgen: Kostengünstig bauen: Finanzierung, Planung, gesetzliche Vorschriften,- 1.Aufl. – Freiburg, 2015

Laasch, Volger: Haustechnik: Grundlagen- Planung- Ausführung.- 9 neubearbeitete und erweiterte Auflage.- Stuttgart, 1994,

Menz, Verena; Digel, Roland; Heidenreich, Franz, Peter: Umwelttechnik für alpine Berg- und Schützenhütten: Hintergrundwissen: Tipps und Beispiele aus der Praxis.- 1. Auflage.- München, 2008

Moersch, Karl, Friedrich: Der neue Energieausweis von A-Z: Lexikon für Immobilieneigentümer und Mieter.- 2 aktualisierte Auflage.- Regensburg, 2008

Müller, Egon;Engelmann, Jörg; Löffler, Thomas; Strauch, Jörg: Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben.-Heidelberg, 2009

Dr. Naumer, Wolfgang: Energiesparend bauen und modernisieren.- München, 2008

Nitsch, J.; Luther, J.: Energieversorgung der Zukunft: Rationelle Energienutzung und erneuerbare Quellen –Berlin-Heidelberg, 1990

Quaschnig, Walter: Erneuerbare Energien und Klimaschutz: Hintergründe, Techniken und Planung: Ökonomie und Ökologie Energiewende.- 3 aktualisierte Auflage.- München, 2013, S119

Runkel, Susanne: Energie sparen : Hausbau und Modernisierung leicht gemacht.- München, 2008

Prof. Dr. Ing. Schmarek, Ernst- Rudolf: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik: Einschließlich Warmwasser und Kältetechnik.- 73 Auflage, Oldenburg, 2007

Schulz, Walter: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030: Energiewirtschaftliche Referenzprognose Energiereport 4.- Oldenbourg, 2005

Spitzer, Josef: Die Energiewende-Herausforderung für Technik Wirtschaft und Politik.- 2013, Graz, TU Graz, Industrial Engineering und Innovation, Festschrift, 2013



Watter, Holger: Regenerative Energiesysteme: Grundlagen, Systemtechnik und Analysen ausgeführter Beispiele nachhaltiger Energiesysteme.- 4Aufl.- Wiesbaden, 2015

Wesselak, Viktor; Schabach, Thomas; Link, Thomas; Fischer, Joachim: Regenerative Energietechnik.-2 Auflage.-Heidelberg, 2013

Wosnitza, Franz; Hilgers, Hans, Gerd: Energieeffizienz und Energiemanagement: Ein Überblick heutiger Möglichkeiten und Notwendigkeiten.-Wiesbaden, 2012

## 10.2 Internet

[http://www.chemie.de/lexikon/Wirkungsgrad.html#Feuerungstechnischer\\_Wirkungsgrad](http://www.chemie.de/lexikon/Wirkungsgrad.html#Feuerungstechnischer_Wirkungsgrad), 08-08-2015

<http://www.diplomatisches-magazin.de/international-relations-12-2013-de/A1/?PHPSESSID=8rgh4bbfbv1e02tgm3555koeo2>, 05.05.2015

<http://www.e-control.at/konsumenten/oeko-energie/klima-und-umwelt/20-20-20-ziele>, 04.05.2015

<http://www.energie.ch/umwaelzpumpe>, 10.05.2015

<http://www.energie-lexikon.info/wirkungsgrad.html>, 27.4.2015

[http://www.energieschweiz.ch/de-ch/suchen.aspx?search=energieeffizienz im Haushalt#publications](http://www.energieschweiz.ch/de-ch/suchen.aspx?search=energieeffizienz%20im%20Haushalt#publications), 01.03.2014

<http://www.frustfrei-lernen.de/mechanik/wirkungsgrad.html>, 27.4.2015

<http://www.heizpellets24.at/holzpellets-sorten> abgerufen, 15-06-2015

<http://www.heizungsfinder.de/oelheizung>, 13-09-2015

<http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung>, 18-07-2015

<http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe>, 15-08-2015

[http://www.kea-bw.de/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/043.\\_Energiekosten\\_senken\\_-\\_Gewinne\\_steigern\\_Effizienz\\_als\\_Wettbewerbsvorteil\\_und\\_Baustein\\_zum\\_Unternehmen\\_serfolg.pdf](http://www.kea-bw.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/043._Energiekosten_senken_-_Gewinne_steigern_Effizienz_als_Wettbewerbsvorteil_und_Baustein_zum_Unternehmen_serfolg.pdf). S.5, 10.05.2015

<https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Broschren/Faktencheck-Energiewende/KLIENFaktencheckkleinfinalprintathome.pdf>, 01.05.2015

<https://www.klimafonds.gv.at/presse/presseinformationen/2014/vor-eu-entscheidung-klimafonds-und-erneuerbare-energie-oesterreich-praesentieren-fakten-statt-mythen-zur-energiewende>, 27.04.2015

<http://www.pelletheizung.info/reinigung-wartung>, 08-08-2015

[http://www.regionews.at/newsdetail/Energy\\_Globe\\_Foundation\\_und\\_Club\\_of\\_Rome\\_diskutieren\\_Energiewende-23374](http://www.regionews.at/newsdetail/Energy_Globe_Foundation_und_Club_of_Rome_diskutieren_Energiewende-23374).5.5.2015, 04.05.2015

## 10.5 Gesetz

EEffG (idF v. 11.08.2014)

# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Vorderberg, den 13. Jänner 2016

Ing. Otto Emmerstorfer